



# Физика

Рабочая программа  
к линии УМК А.В. Грачёва

10–11



вентана  
граф



Алгоритм успеха

**Ка**

гамма

**10—11** классы



Москва  
Издательский центр  
«Вентана-Граф»  
2017

УДК 373.5.016:53

ББК 74.262.22

Г75

**Грачёв, А. В.**

Г75 Физика : рабочая программа к линии УМК А. В. Грачёва : 10—11 классы / А. В. Грачёв, В. А. Погожев, П. Ю. Боков и др. — М. : Вентана-Граф, 2017. — 131 с.

ISBN 978-5-360-07121-1

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и Примерной основной образовательной программой. Учебники данной линии включены в Федеральный перечень и обеспечивают освоение образовательной программы среднего общего образования.

УДК 373.5.016:53

ББК 74.262.22

ISBN 978-5-360-07121-1

© Грачёв А. В., Погожев В. А.,  
Боков П. Ю., Яковлева И. А., 2017  
© Издательский центр «Вентана-Граф»,  
2017

# Пояснительная записка

Программа включает следующие разделы.

1. Пояснительная записка, в которой конкретизируются общие цели обучения физике в старшей школе, даётся общая характеристика курса и его место в учебном плане.

Вклад физики как учебного предмета в достижение общих целей среднего общего образования заключается на базовом уровне:

- в завершении формирования относительно целостной системы знаний на основе современной физической картины мира, знакомстве с наиболее важными открытиями в области физики, оказавшими определяющее влияние на развитие цивилизации;
- формировании убеждённости в ценности образования, значимости физических знаний для каждого человека, независимо от его профессиональной деятельности;
- овладении представлениями о научном методе познания, о его использовании, о современном уровне развития науки и техники;
- приобретении умений применять полученные знания на практике для объяснения природных явлений, эффективного и безопасного использования современных технических средств и технологий, рационального природопользования и защиты окружающей среды.

В дополнение к этим целям изучение физики на углублённом уровне предполагает:

- формирование научного мировоззрения, усвоение основных идей физических теорий, законов и принципов, лежащих в основе современной физической картины мира;
- развитие индивидуальных и творческих способностей в области физики с учётом профессиональных намерений, интересов и запросов;

- формирование устойчивой потребности учиться, готовности к продолжению образования, саморазвитию и самовоспитанию, к созидательной и ответственной трудовой деятельности;
- приобретение умений применять полученные знания для решения задач, эффективной подготовки к получению профессионального образования;
- овладение представлениями о научном методе познания, умение им пользоваться, получение первоначального опыта исследовательской деятельности, знаний о современном уровне развития науки, техники и технологий;
- воспитание убеждённости: в необходимости сотрудничества в процессе выполнения поставленных задач; в необходимости морально-этических критериев в процессе научных исследований и при реализации научных достижений; в возможности использования достижений физики на благо человеческой цивилизации.

2. Планируемые результаты обучения физике в 10—11 классах общеобразовательных организаций.

3. Содержание курса физики 10—11 классов.

4. Тематическое планирование с определением основных видов учебной деятельности обучающихся для базового и углублённого уровней.

5. Учебно-методическое обеспечение.

Рабочая программа составлена на основе Фундаментального ядра содержания общего образования<sup>1</sup>, требований к результатам освоения образовательной программы среднего общего образования, изложенных в Федеральном государственном стандарте среднего общего образования, и с использованием Примерной основной образовательной программы среднего общего образования. В рабочей программе учтены современные идеи развития и формирования универсальных учебных действий для среднего общего образования, которые способствуют формированию у обучающихся российской гражданской идентичности, коммуникативных качеств личности и овладению навыками самостоятельного приобретения новых знаний — умения учиться.

---

<sup>1</sup> Фундаментальное ядро содержания общего образования / Рос. акад. наук, Рос. акад. образования ; под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. — 4-е изд., дораб. — М. : Просвещение, 2011. — (Стандарты второго поколения).

Предлагаемая программа определяет цели изучения физики в старшей школе, содержание курса, даёт распределение учебного времени по разделам курса, перечень рекомендуемых демонстрационных экспериментов, выполняемых обучающимися лабораторных работ, проектных работ, а также планируемые результаты обучения физике в старшей школе.

Рабочая программа ориентирована на использование системно-деятельностного подхода в обучении, поэтому предусматривает: формирование готовности к саморазвитию и непрерывному образованию; конструирование социальной среды развития обучающихся; активную учебно-познавательную деятельность обучающихся; построение образовательного процесса с учётом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся.

В программе учтено требование преемственности образовательных программ общего образования — основного общего образования и среднего общего образования. Это требование реализуется через использование единых принципов построения школьного курса физики в 7—11 классах.

Программа предусматривает два варианта изучения физики: 1) на базовом уровне; 2) на углублённом уровне — с использованием дополнительных материалов для изучения. Соответствующие варианты содержания курса и тематического планирования представлены в данной программе.

## **Общая характеристика курса**

Физика как наука о наиболее общих законах природы, выступая в качестве учебного предмета в школе, вносит существенный вклад в формирование системы знаний об окружающем мире. Школьный курс физики — системообразующий для естественнонаучных учебных предметов, поскольку физические законы лежат в основе химии, биологии, географии и астрономии.

Изучение физики необходимо для овладения основами естественных наук, являющихся неотъемлемым компонентом современной культуры, для формирования современного целостного мировоззрения, соответствующего уровню развития наук и технологий, общественной практики.

Для решения задач формирования основ научного мировоззрения, развития интеллектуальных способностей и по-

знавательных интересов учащихся основное внимание в процессе изучения физики уделено не только передаче суммы знаний, но и знакомству с научным методом познания окружающего мира, требующим от обучающихся самостоятельной деятельности.

Предложенный курс базируется на единой концепции преподавания физики в школе, которая предполагает в от- ношении учебного материала:

- 1) логическую последовательность его изучения;
- 2) ступенчатость изложения, учитывающую сформиро- ванность необходимого на данном этапе математического аппарата;
- 3) преемственность вводимых понятий;
- 4) возможность автономного обучения, позволяющую ученику самостоятельно разобраться в изучаемом материа- ле;
- 5) организацию для его освоения совместной деятельно- сти по решению физических задач, проведению экспери- ментальных исследований и проектных работ;
- 6) достаточность учебного материала для решения обра- зовательных задач;
- 7) поэтапную систематизацию знаний и возможность по- этапного контроля знаний;
- 8) дифференцированное изложение материала, реализу- ющее двухуровневый подход к обучению.

Данный курс физики построен по классической схеме и использует обучение по концентрической системе (7—9 классы и 10—11 классы), что способствует формиро- ванию целостной базы знаний. Представленный курс явля- ется органичным продолжением курса для основной шко- лы. Наряду с изложением нового учебного материала идёт обращение к уже полученным в основной школе знаниям. Ряд ключевых материалов из курса основной школы повто- ряется учащимся для того, чтобы обеспечить непрерыв- ность обучения, более качественно изучить новые темы.

Всё это позволяет систематизировать изученное, допол- нить его в соответствии с требованиями образовательного стандарта среднего общего образования до логически завер- шённой системы, дать учащимся возможность лучше под- готовиться к Единому государственному экзамену (ЕГЭ) и продолжить обучение с целью получить профессиональ- ное образование.

Учебный материал для 10 класса содержит разделы: «Механические явления», «Тепловые явления», «Электромагнитные явления» (начало раздела — «Электростатика»). Эта часть курса является продолжением курса для основной школы. При этом ранее изученный материал систематизируется и дополняется в соответствии с требованиями образовательного стандарта среднего общего образования.

Учебный материал для 11 класса содержит разделы: «Электромагнитные явления» (продолжение), в котором представлены материалы о постоянном токе в различных средах, электромагнитных явлениях, «Колебания и волны», «Квантовая физика. Астрофизика». При этом в разделе «Колебания и волны» рассматриваются механические и электромагнитные колебания, механические и электромагнитные волны, выявляется сходство в законах описания колебаний и волн разной природы, определяются их различия. В заключительном разделе рассматриваются вопросы физики микромира и мегамира.

Таким образом, при построении данного курса сохраняются ступенчатость в изучении школьной физики; рассмотрение физических теорий проводится с учётом возросших возможностей учащихся (обогащения их математического аппарата, увеличения объёма естественнонаучных знаний). При этом соблюдается преемственность в отношении введённых в 7—9 классах определений физических величин, обозначений, формулировок физических законов, а также используется привычный для учащихся дидактический аппарат.

С учётом того, что в 10—11 классах осуществляется систематизация физических знаний, полученных за весь период обучения в школе, данный курс предусматривает достаточно подробное и обстоятельное изложение теоретического материала, методик решения задач и проведения экспериментальных работ. Подробное изложение рассчитано на учеников с разными способностями и умениями

и предполагает самостоятельную работу с текстом, в частности для устранения затруднений в усвоении темы или для получения ответа на возникший вопрос. Тем самым реализуются требования к метапредметным результатам освоения образовательной программы, связанные с умением самостоятельно приобретать знания.



В то же время данным курсом предусмотрена организация совместной деятельности по решению задач, проведению экспериментальных исследований и проектных работ в целях освоения коммуникативных универсальных учебных действий.

Неупорядоченность в знаниях может помешать усвоению нового и более сложного материала. Поэтому в представленном курсе организовано три этапа систематизации знаний.

На первом этапе выделяются наиболее важные положения в тексте параграфа, которые служат пониманию нового материала и его закреплению. На втором этапе предусмотрено систематизация (в процессе обязательного сопоставления обучающимися конспекта — итогов параграфа) полученных знаний по теме и проведение на этой основе контроля знаний и самоконтроля. Итоги в конце глав представляют наиболее важную информацию по главе (разделу)

в наглядном текстово-графическом виде, с установленными внутренними связями (третий этап систематизации). Итоги-конспекты к параграфам, итоги к разделам могут быть использованы перед контрольными работами для повторения учебного материала по теме, а также при подготовке к ЕГЭ.

Деятельностный подход к процессу обучения физике требует постоянной опоры на демонстрационный эксперимент, выполняемый учителем, и лабораторные работы и опыты, выполняемые учащимися. Поэтому предусмотрено выполнение фронтальных лабораторных работ, экспериментальных и теоретических заданий творческого характера. Эти виды деятельности направлены на знакомство учащихся с научным методом познания, формирование умений планировать и проводить экспериментальную работу с использованием измерительных приборов, измерять физические величины, проводить обработку результатов измерений (оценку погрешностей измерений), анализировать полученные экспериментальные данные.

Задача применения полученных знаний решается на протяжении всего курса физики 10—11 классов за счёт: а) изучения принципов действия различных технических устройств, с которыми человек имеет дело в повседневной жизни; б) решения практических, бытовых задач, в том числе связанных с экологией и безопасностью в современном технологическом мире.

Особое место в курсе отведено формированию умений учащихся применять полученные знания для решения физических задач разного уровня сложности. При этом на углублённом уровне изучения предмета повышенное внимание уделяется аналитической работе на заключительной стадии изучения нового материала и при решении задач (в том числе анализ полученных результатов, проверка ответа). На основании приведённых образцов решения задач

с использованием стандартных алгоритмов и полученных умений обучающиеся получают возможность самостоятельно вырабатывать способы действий при решении различных физических задач. С этой же целью разбирается решение задач в общем виде и задач, требующих для их решения аналитической работы с данными.

Представленный курс предполагает изучение физики на двух уровнях: базовом и углублённом. С этой целью все материалы (теоретический, задачный и контрольный) разделены для изучения предмета на базовом уровне и на углублённом уровне.

Углублённый уровень изучения предмета предполагает формирование предметных компетентностей базового уровня как основы для углубления содержания курса. При этом его отличают большая теоретическая глубина материала, усложнённость решаемых задач, выполнение учебно-исследовательских и проектных работ, более высокий уровень требований к планируемым результатам обучения. Таким образом, обучающиеся на углублённом уровне сначала изучают материалы на базовом уровне, после чего переходят к изучению дополнительных материалов.

В классах с базовым уровнем изучения предмета предусмотрены фронтальные лабораторные работы. В классах с углублённым изучением выполнение лабораторных работ предусмотрено в двух вариантах: фронтальные лабораторные работы и лабораторные практикумы. Темы работ лабораторного практикума учитель выбирает в зависимости от уровня подготовки обучающихся и наличия оборудования в кабинете физики. Предлагаемые программой темы работ лабораторного практикума приведены в скобках.

При планировании проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся использовалась следующая идеология отбора тем проектов:

- информационно-поисковые проекты, связанные с историей науки: научными открытиями, физическими экспериментами, созданием физических приборов, технических устройств, методов исследования; информационно-поисковые проекты,
  - связанные с анализом информации и проверкой с точки зрения науки (физики) сведений, обсуждаемых в научно-популярной литературе и средствах массовой информации, подготовкой обзоров и отчётов по изучаемой теме; проекты-реконструкции физических экспериментов
- в целях освоения естественнонаучных методов исследования природы (наблюдение, постановка проблемы, выдвижение «хорошей гипотезы», эксперимент, моделирование, использование математических моделей, теоретическое обоснование, установление границ применимости модели/теории);
- проектирование технических устройств с использованием известных моделей и методов;
  - экологические исследования, выполненные с помощью физических приборов.

## Место курса в учебном плане

Содержание обучения физике, представленное в рабочей программе, выстроено линейно и рассчитано не менее чем на 140 часов за два года обучения для базового уровня и на 315 часов за два года обучения — для углублённого уровня.

При двухчасовом планировании (по 2 часа в неделю — всего 140 часов, в 10 классе — 70 часов, в 11 классе — 70 часов) учащиеся изучают только материалы базового уровня. Примерное распределение часов по темам для данного варианта планирования приведено в таблице 1.

При трёхчасовом планировании (по 3 часа в неделю — всего 210 часов, в 10 классе — 105 часов, в 11 классе — 105 часов) больше учебного времени уделяется: а) изучению основного курса; б) решению задач в целях подготовки к ЕГЭ по предмету. Примерное распределение часов по темам для данного варианта планирования приведено в таблице 2.

При изучении физики на углублённом уровне (5 часов в неделю в 10 классе — всего 175 часов, 5 часов в неделю

в 11 классе — всего 175 часов) в дополнение к основному курсу изучаются материалы для углублённого уровня. Материалы этого уровня представлены как дополняющие базовый уровень и расширяющие его. Они выделяются в блоки, расположенные в конце параграфов (в случае, если они являются расширением темы базового уровня), либо представлены дополнительными параграфами для углублённого изучения (если рассматриваемая тема изучается только на углублённом уровне). Примерное распределение часов по темам для данного варианта планирования приведено в таблице 3.

Резерв времени для базового уровня составляет 10 часов (2 часа в неделю) и 9 часов (3 часа в неделю), для углублённого уровня — 18 часов. Это резервное время при разработке рабочей программы может быть использовано как для введения дополнительного содержания обучения, так и для увеличения времени на изучение отдельных тем, организацию повторения, внеурочную деятельность и т. п.

Таблица 1

### Тематическое планирование курса физики 10—11 классов для базового уровня (2 часа в неделю)

Название раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
<b>10 класс</b>			
Кинематика	12	2	1
Динамика	11	—	1
Законы сохранения в механике	6	—	—
Статика	4	—	1
Основы МКТ и термодинамики	12	2	—

Окончание табл. 1

Название раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
Тепловые машины. Второй закон термодинамики	2	—	—
Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы	8	2	1
Электростатика	9	—	1
Резерв времени	6	—	—
<b>Итого</b>	<b>70</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
<b>11 класс</b>			
Постоянный электрический ток	11	2	1
Магнитное поле	5	—	—
Электромагнитная индукция	7	1	1
Колебания и волны	12	—	1
Геометрическая оптика. Свойства волн	12	1	1
Элементы теории относительности	2	—	—
Квантовая физика. Строение атома	6	—	—
Атомное ядро. Элементарные частицы	8	1	1
Строение Вселенной	3	—	—
Резерв времени	4	—	—
<b>Итого</b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Всего</b>	<b>140</b>	<b>11</b>	<b>10</b>

Таблица 2

# Тематическое планирование курса физики 10—11 классов для базового уровня (3 часа в неделю)

Название раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
<b>10 класс</b>			
Кинематика	18	2	1
Динамика	16	—	1
Законы сохранения в механике	11	—	1
Статика	5	—	1
Основы МКТ и термодинамики	22	2	1
Тепловые машины. Второй закон термодинамики	5	—	1
Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы	9	2	1
Электростатика	15	—	1
Резерв времени	4	—	—
<b>Итого</b>	<b>105</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>11 класс</b>			
Постоянный электрический ток	15	2	2
Магнитное поле	8	—	1
Электромагнитная индукция	7	1	1
Колебания и волны	16	—	2
Геометрическая оптика. Свойства волн	14	1	1

Окончание табл. 2

Название раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
Элементы теории относительности	2	—	—
Квантовая физика. Строение атома	7	—	—
Атомное ядро. Элементарные частицы	11	2	1
Строение Вселенной	4	—	—
Практикум по профилю обучения	16	—	1
Резерв времени	5	—	—
<b>Итого</b>	<b>105</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<b>Всего</b>	<b>210</b>	<b>12</b>	<b>17</b>

Таблица 3

**Тематическое планирование курса  
физики 10—11 классов для  
углублённого уровня (5 часов в неделю)**

Название раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
<b>10 класс</b>			
Кинематика. Кинематика твёрдого тела	24	2	1
Динамика	22	—	1
Законы сохранения в механике	14	—	1

Продолжение табл. 3

Название раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
Статика	8	—	1
Динамика вращательного движения	2	—	—
Основы МКТ и термодинамики	24	2	1
Тепловые машины. Второй закон термодинамики	7	—	1
Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы	12	2	1
Электростатика	20	—	1
Практикум по подготовке к экзамену	35	—	1
Резерв времени	7	—	—
<b>Итого</b>	<b>175</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<b>11 класс</b>			
Постоянный электрический ток	26	2	2
Магнитное поле	12	—	1
Электромагнитная индукция	12	1	1
Колебания и волны	24	—	2
Геометрическая оптика. Свойства волн	27	2	1
Элементы теории относительности	4	—	—
Квантовая физика. Строение атома	12	—	—
Атомное ядро. Элементарные частицы	16	2	1



Окончание табл. 3

Название раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
Строение Вселенной	6	—	—
Практикум по подготовке к экзамену	25	—	1
Резерв времени	11	—	—
<b>Итого</b>	<b>175</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
<b>Всего</b>	<b>315</b>	<b>13</b>	<b>18</b>

# **Планируемые результаты обучения физике в 10—11 классах**

Обучение физике по данной программе способствует формированию личностных, метапредметных и предметных результатов обучения, соответствующих требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

**Личностными результатами** освоения основной образовательной программы среднего общего образования являются:

- формирование гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, страну;
- формирование готовности и способности к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательного отношения к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности; формирование осознанного выбора будущей
- профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов;
- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур; убеждённости в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества; уважения к творцам науки и техники, отношения к физике как элементу общечеловеческой культуры;
- формирование готовности к научно-техническому творчеству, овладению достоверной информацией о пе-

редовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованности в научных знаниях об устройстве мира и общества;

- формирование навыков сотрудничества со сверстниками, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной, творческой и других видов деятельности;
- формирование понимания ценностей здорового и безопасного образа жизни;
- усвоение правил индивидуального и коллективного безопасного поведения в чрезвычайных ситуациях, угрожающих жизни и здоровью людей, правил поведения на транспорте и на дорогах;
- формирование основ экологического мышления, осознание влияния социально-экономических процессов на состояние природной среды, приобретение опыта эколого-направленной деятельности.

**Метапредметные результаты** освоения основной образовательной программы среднего общего образования представлены тремя группами универсальных учебных действий (УУД).

### **Регулятивные УУД**

#### **Выпускник научится:**

- самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно установить, что цель достигнута, составлять планы;
- использовать все возможные ресурсы для достижения целей, выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;
- самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать учебную и внеурочную деятельность;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной целью.

### **Познавательные УУД**

#### **Выпускник научится:**

- владеть навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, самостоятельно находить методы решения практических задач, применять различные методы познания;
- искать и находить обобщённые способы решения задач, в том числе осуществлять развёрнутый информа-

ционный поиск и ставить на его основе новые (учебно-познавательные) задачи;

- осуществлять информационно-познавательную деятельность, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения.

### **Коммуникативные УУД**

#### **Выпускник научится:**

- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого участника образовательного процесса;

- объективно воспринимать критические замечания в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития, эффективно разрешать конфликты;

- развёрнуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;

- владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения;

- при осуществлении группой работы быть как руководителем, так и членом команды, выступать в разных ролях (генератора идей, критика, эксперта, выступающего и т. д.).

**Предметные результаты** освоения основной образовательной программы среднего общего образования.

## Базовый уровень

По окончании изучения базового курса обучающийся ся научится:

- владеть основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями, уверенно использовать физическую терминологию и символику;
- демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- различать и уметь использовать в учебно-исследовательской деятельности методы научного познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент, выдвижение гипотезы, моделирование и т. д.) и формы научного познания (факты, законы, теории), демонстрируя на примерах их роль и место в процессе научного познания;
- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая измерительные приборы с учётом необходимой точности измерений, планировать ход измерений, получать значение измеряемой величины и оценивать относительную погрешность по заданным формулам;
- проводить исследования зависимостей между физическими величинами: проводить измерения и определять на основе исследования значение параметров, характеризующих данную зависимость между величинами, и делать вывод с учётом погрешности измерений;
- решать качественные задачи (в том числе межпредметного характера): используя модели, физические величины и законы, выстраивать логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления);
- решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделять физическую модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для решения задачи, проводить расчёты и проверять полученный результат;

- учитывать границы применимости изученных физических моделей при решении физических и междисциплинарных задач;
- использовать информацию физического содержания при решении учебных, практических, проектных и учебно-исследовательских задач, интегрируя информацию из различных источников и критически её оценивая; использовать
- информацию и применять знания о принципах работы и основных характеристиках изученных машин, приборов и других технических устройств для решения практических, учебно-исследовательских и проектных задач;
- показывать на примерах взаимосвязь между физикой и другими естественными науками, устанавливать взаимосвязь естественнонаучных явлений и применять основные физические модели для их описания и объяснения;
- использовать знания о физических объектах и процессах в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде, для принятия решений в повседневной жизни.

По окончании изучения базового курса обучающийся получает возможность научиться:

- понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы её применимости и место в ряду других физических теорий;
- владеть приёмами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;
- характеризовать системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;
- выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;
- обсуждать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические — и роль физики в решении этих проблем;

- решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с выбором физической модели, используя несколько физических законов или формул, связывающих известные физические величины, в контексте межпредметных связей;
- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему- как на основе имеющихся знаний, так и с помощью методов оценки;
- объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств.

## МЕХАНИКА

По окончании изучения курса обучающийся на- учится:

- объяснять основные свойства таких механических явлений, как прямолинейное равномерное и равноускоренное движения, инерция, механическое действие, взаимодействие тел, деформация, невесомость, равномерное движение по окружности, равновесие твёрдых тел, передача давления жидкостями и газами, гидростатическое давление, атмосферное давление, плавание тел, колебания, волновые явления; использовать физические модели при изучении механических явлений;- описывать механические явления,
- используя для этого такие физические величины, как перемещение, путь, время, скорость, ускорение, масса, плотность, сила, давление, импульс, механическая работа, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая энергия, мощность, момент силы, КПД простого механизма, амплитуда, период, частота и фаза колебаний, кинетическая, потенциальная и механическая энергии при гармонических колебаниях, вынуждающая сила, длина волны и скорость её распространения; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл физических величин;
- понимать смысл физических законов: прямолинейного равномерного и равноускоренного движений, инерции, Ньютона, всемирного тяготения, сохранения им-

пульса, сохранения механической энергии, Гука, Паскаля, Архимеда; уравнений статики, уравнений гармонических- колебаний; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;

- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, оценивать погрешности прямых и косвенных измерений;
- выполнять экспериментальные исследования механических явлений: прямолинейного равномерного и равноускоренного- движений, равномерного движения по окружности,- взаимодействий тел, равновесия твёрдых тел, механических колебаний; описывать и экспериментально исследовать такие характеристики звука, как громкость, высота тона и тембр;
- решать физические задачи, используя знание законов: прямолинейного равномерного и равноускоренного движений, равномерного движения по окружности, Ньютона, всемирного тяготения, сохранения импульса, сохранения механической энергии, Гука, Паскаля, Архимеда; уравнений статики, уравнений гармонических колебаний, представляя решение в общем виде и (или) в числовом выражении-.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний о механических явлениях и физических законах; использовать эти знания в повседневной жизни — для бытовых нужд, в учебных целях, для охраны здоровья, безопасного использования машин, механизмов, технических устройств;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости (например, пути и скорости от времени движения, силы упругости от удлинения пружины, силы трения от силы нормального давления, периода колебаний математического маятника от длины нити, периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины);
- понимать принципы действия простых механизмов, машин, измерительных приборов, технических устройств;



- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения учебно-исследовательских и проектных работ по механике.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

По окончании изучения курса обучающийся на- учится:

- объяснять основные свойства таких тепловых явлений, как диффузия, броуновское движение, тепловое движение молекул, теплообмен, тепловое (термодинамическое) равновесие, агрегатные состояния вещества и их изменения: испарение, конденсация, кипение, плавление, кристаллизация, изменения состояний идеального газа при изопроцессах; использовать физические модели при изучении тепловых явлений;
- описывать тепловые явления, используя для этого такие физические величины, как количество вещества, молярная масса, количество теплоты, внутренняя энергия, среднеквадратичная скорость, средняя кинетическая энергия хаотического движения, температура, давление, объём, теплоёмкость тела, удельная и молярная теплоёмкости вещества, удельная теплота плавления, парообразования и конденсации, абсолютная влажность и относительная влажность воздуха, удельная теплота сгорания топлива, коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин;
- понимать смысл физических законов: Авогадро, сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики), нулевого закона термодинамики, Бойля — Мариотта, Шарля, Гей-Люссака, объединённого газового закона, второго закона термодинамики; уравнения состояния идеального газа и основного уравнения МКТ; при этом различать словесную формули-

ровку закона и его математическое выражение; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;

- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, оценивать погрешности прямых и косвенных измерений;
- выполнять экспериментальные исследования тепловых явлений: диффузии, теплообмена, изменения агрегатных состояний вещества, исследования зависимостей между физическими величинами — макропараметрами термодинамической системы;
- решать физические задачи на определение характеристик и свойств веществ в различных агрегатных состояниях, изменения внутренней энергии, сохранения энергии в тепловых процессах, определение макропараметров термодинамической системы; решать расчётные задачи о теплообмене, удельной теплоте сгорания топлива, изменении агрегатных состояний вещества, используя знание физических законов, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний о тепловых явлениях и физических законах; использовать эти знания в повседневной жизни — для бытовых нужд, в учебных целях, для сохранения здоровья, безопасного использования технических устройств, соблюдения норм экологической безопасности;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости (например, температуры остывающего тела от времени);
- понимать принципы действия тепловых машин, измерительных приборов, технических устройств;
- решать задачи о применении первого закона термодинамики к изопроцессам, адиабатическому процессу, отвечать на четыре вопроса о состоянии системы в термодинамическом процессе;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием

различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения учебно-исследовательских и проектных работ по МКТ и термодинамике.

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

По окончании изучения курса обучающийся на- учится:

- объяснять основные свойства таких электромагнитных явлений, как электризация тел, взаимодействие зарядов, поляризация диэлектриков и проводников, электрический ток, условия его возникновения, тепловое действие тока, электрический ток в электролитах, газах, вакууме, полупроводниках, проводимость полупроводников, намагничивание вещества, магнитное взаимодействие, действие магнитного поля на проводник с током и рамку с током, магнитное взаимодействие проводников с токами, индукционный ток, электромагнитная индукция, действие вихревого электрического поля на электрические заряды, самоиндукция, электромагнитные колебания и волны, поляризация волн, прямолинейное распространение света, отражение и преломление света, дисперсия, интерференция и дифракция света; использовать физические модели при изучении электромагнитных явлений;
- описывать электромагнитные явления, используя для этого такие физические величины и понятия, как электрический заряд, напряжённость электрического поля, потенциал и разность потенциалов, напряжение, диэлектрическая проницаемость веществ, ёмкость конденсатора, энергия электрического поля, сила тока, сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа тока, мощность тока (средняя и мгновенная), ЭДС, внутреннее сопротивление вещества, индукция магнитного поля, сила Лоренца, сила Ампера, магнитная проницаемость вещества, ЭДС индукции, магнитный поток, индуктивность, энергия магнитного поля, энер-

гия колебательной электромагнитной системы, мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности, скорость и длина электромагнитной волны, абсолютный и относительный показатели преломления, фокусное расстояние, оптическая сила линзы, коэффициент поперечного увеличения, интенсивность волны, разность хода, волновой цуг, плоскость поляризации; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин;

- понимать смысл физических законов: сохранения электрического заряда, Кулона, Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи, Джоуля — Ленца, электромагнитной- индукции, прямолинейного распространения света, независимости световых пучков, отражения света, преломления света; принципов: Гюйгенса, Гюйгенса — Френеля;- условий интерференционных максимумов и минимумов; уравнения гармонических колебаний в контуре; формулы Томсона; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;
- определять направления: кулоновских сил, напряжённости электрического поля, магнитной индукции, магнитной составляющей силы Лоренца, магнитных линий поля проводников с током, силы Ампера, индукционного тока (используя правило Ленца); ход лучей при построении изображений в зеркалах и тонких линзах;
- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, оценивать погрешности прямых и косвенных измерений;
- рассчитывать сопротивление системы, состоящей из нескольких проводников, соединённых между собой;
- рассматривать процессы, происходящие при гармонических колебаниях в контуре;
- объяснять оптическую систему глаза, явление аккомодации, возникновение дефектов зрения (близорукости и дальнозоркости) и способы их исправления; приводить
- условия, которым должны удовлетворять когерентные источники; рассматривать схему опыта

Юнга по наблюдению интерференции света; наблюдать возникновение интерференционной картины в тонких плёнках, колец Ньютона;

- выполнять экспериментальные исследования электромагнитных явлений: электризации тел, взаимодействия зарядов, потенциала заряженного проводника, поляризации диэлектрика, протекания электрического тока, действия источника тока, магнитного взаимодействия, электромагнитной индукции, отражения и преломления света, волновых свойств света; исследования зависимостей между физическими величинами, проверки гипотез при изучении законов: сохранения электрического заряда, Кулона, Ома для участка цепи, электромагнитной индукции, преломления света;
- решать задачи, используя знание закона сохранения электрического заряда, принципа суперпозиции электрических полей, законов Кулона, Ома для участка цепи и полной цепи, Джоуля — Ленца, электромагнитной индукции, прямолинейного распространения, отражения и преломления света; уравнения гармонических колебаний в контуре; формул: Томсона, тонкой линзы; представляя решение в общем виде и (или) в числовом выражении.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний об электромагнитных явлениях; использовать эти знания в повседневной жизни — для бытовых нужд, в учебных целях, для охраны здоровья, безопасного использования электробытовых приборов;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости (например, ёмкости конденсатора от расстояния между пластинами, площади пластин и заполняющей конденсатор среды, силы тока от напряжения между концами участка цепи, электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала, угла преломления пучка света от его угла падения);
- понимать принципы действия электрических бытовых приборов (источников тока, нагревательных элементов, осветительных приборов и др.), конденсаторов

различных видов, электроизмерительных приборов, трансформаторов, электромагнитов, реле, электродвигателей, полупроводниковых приборов (диодов), принципы радиосвязи и телевидения, принципы действия оптических приборов (призм, линз и оптических систем на их основе);

- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения учебно-исследовательских и проектных работ по электродинамике и оптике.

## ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

По окончании изучения курса обучающийся на- учится:

- описывать противоречия между принципом относительности Галилея и законами электродинамики, эксперименты по определению скорости света относительно различных ИСО;
- формулировать и понимать постулаты специальной теории относительности, различие принципов относительности Галилея и Эйнштейна;
- понимать характер зависимости, связывающей энергию и импульс безмассовых частиц; зависимости, связывающей релятивистские энергию и импульс частицы с её массой (для массовых и безмассовых частиц); объяснять физический смысл
- величин, входящих в соотношение (формулу) Эйнштейна.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- формулировать выводы из соотношений, связывающих релятивистские энергию и импульс частицы с её массой, проводить анализ полученных соотношений.

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

По окончании изучения курса обучающийся на- учится:

- объяснять основные свойства таких квантовых явлений, как фотоэффект, световое давление, радиоактивность, поглощение и испускание света атомами, спектры излучения и поглощения, радиоактивные излучения, ядерные реакции, ионизирующее излучение, превращения элементарных частиц, фундаментальные взаимодействия; использовать физические модели при изучении квантовых явлений;
- описывать квантовые явления, используя для этого такие физические величины и константы, как скорость электромагнитных волн, длина волны и частота излучения, энергия кванта, постоянная Планка, атомная единица массы, зарядовое и массовое числа, энергия связи и удельная энергия связи атомного ядра, период полураспада, поглощённая доза излучения, мощность поглощённой дозы, коэффициент биологической активности, эквивалентная доза; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин;
- описывать двойственную природу света, объяснять её на основании гипотезы де Бройля; понимать особенности микрообъектов, изучаемых квантовой механикой, невозможность полностью описать их с помощью корпускулярной или волновой модели; объяснять взаимосвязь физических величин в соотношениях неопределённостей Гейзенберга;
- приводить примеры явлений, подтверждающих корпускулярно-волновой дуализм, примеры экспериментов, подтверждающих гипотезу де Бройля;
- понимать смысл физических законов и постулатов для квантовых явлений: законов фотоэффекта, постулатов Бора, законов сохранения энергии, электрического заряда, массового и зарядового чисел, закона радиоактивного распада; уравнения Эйнштейна для фотоэффекта; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;
- понимать причины радиоактивности, способы радиоактивного распада, объяснять правила смещения при радиоактивных распадах;

- проводить измерения естественного радиационного фона, понимать принцип действия дозиметра; понимать
- экологические проблемы, возникающие при использовании атомных электростанций (АЭС), пути решения этих проблем, перспективы использования атомной энергетики.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний о квантовых явлениях и физических законах; примеры влияния радиоактивных излучений на живые организмы; использовать эти знания в повседневной жизни — в быту, в учебных целях, для сохранения здоровья и соблюдения радиационной безопасности;
- понимать принцип действия лазеров, приводить примеры использования современных лазерных технологий; понимать основные принципы, положенные в основу работы атомной энергетики, измерительных дозиметрических приборов, физические основы их работы, использованные при их создании модели и законы физики;
- объяснять основные положения теории Бора для атома водорода, использовать энергетическую диаграмму для объяснения спектров испускания и поглощения атома водорода;
- рассматривать методы регистрации ионизирующих радиоактивных ядерных излучений; методы защиты от разных видов радиоактивного излучения;
- решать задачи, используя знание уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, постулатов Бора, правила квантования, законов радиоактивного распада, правил смещения при альфа- и бета-распадах, законов сохранения электрического заряда, энергии и импульса при ядерных реакциях;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения проектных работ по квантовым явлениям.



## ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ

По окончании изучения курса обучающийся на- учится:

- понимать основные методы исследования удалённых объектов Вселенной;
- описывать структуру Солнца и физические процессы, происходящие на Солнце; объяснять особенности строения Солнечной системы (Солнца, планет, небесных тел), движения планет и небесных тел (астероидов, комет, метеоров);
- приводить физические характеристики звёзд и рассматривать физические процессы, происходящие со звёздами в процессе эволюции;
- понимать особенности строения Галактики, других звёздных систем, материи Вселенной.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- указывать общие свойства и различия планет земной группы и планет-гигантов; малых тел Солнечной системы и больших планет; использовать карту звёздного неба при астрономических наблюдениях; воспроизводить гипотезу о происхождении Солнечной системы; описывать эволюцию Вселенной согласно гипотезе Большого взрыва.

## Углублённый уровень

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся на- учится:

- объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;
- характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- самостоятельно конструировать экспериментальные установки для проверки выдвинутых гипотез, рассчитывать абсолютную и относительную погрешности измерений;

- решать практико-ориентированные качественные и расчётные-физические задачи с опорой как на известные физические законы, закономерности и модели, так и на тексты с избыточной информацией.

По окончании изучения углублённого курса обучающий-ся дополнительно получит возможность научиться:

- проверять экспериментальными средствами выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- проводить теоретические и экспериментальные исследования физических явлений и процессов (в том числе в физическом практикуме), их компьютерное моделирование;
- описывать и анализировать полученную в результате проведённых физических экспериментов информацию, определять её достоверность;
- понимать и объяснять системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;
- решать экспериментальные качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;
- анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;
- формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- совершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной учебно-познавательной задачей;
- использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента.

## МЕХАНИКА

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения

базового уровня. В дополнение к ним обучающийся на- учится:

- объяснять основные свойства и закономерности баллистического движения точечного тела, равноускоренного движения по окружности, движения связанных тел, поступательного и вращательного движений твёрдого тела, резонанса, автоколебаний, а также решать задачи о баллистическом движении, равноускоренном движении по окружности точечного тела, движении связанных тел, плоском движении твёрдых тел, на анализ возможных вариантов движения и взаимодействия тел, на применение условий равновесия твёрдого тела;
- понимать механические явления, связанные с упругими деформациями растяжения и сжатия тела (на основе понятий механического напряжения и модуля Юнга); объяснять явление абсолютно упругого и абсолютно неупругого соударений двух тел, используя для этого законы сохранения в механике, решать задачи с использованием законов сохранения импульса и механической энергии;
- рассматривать действие силы сопротивления на падающее тело, природу сил реакции опоры, натяжения и веса, поступательное прямолинейное движение ИСО относительно ИСО с постоянным ускорением, момент силы, исходя из энергетических соображений;
- доказывать закон Паскаля, описывать распределение давления в движущейся жидкости, различать ламинарное и турбулентное движения жидкости, понимать смысл уравнения Бернулли;
- рассматривать резонанс смещения и резонанс скорости, используя метод векторных диаграмм; отличия автоколебаний от установившихся вынужденных и собственных колебаний; объяснять явление резонанса с энергетической точки зрения;
- получать и анализировать уравнение гармонической бегущей волны, распространяющейся в положительном направлении оси  $X$ ;
- определять границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов природы (законов механики Ньютона, закона сохранения импульса, сохранения момента импульса,

сохранения механической энергии, закона всемирного тяготения) и условия выполнения частных законов (законов движения, Гука, Архимеда);

- понимать принципы действия механизмов, машин, измерительных приборов, технических устройств, физические основы их работы, использованные при их создании модели и законы механики.

По окончании изучения курса обучающийся дополни- тельно получит возможность научиться:

- основываясь на научном методе познания, планиро- вать и выполнять экспериментальные исследования механических явлений, анализировать характер зави- симостей между исследуемыми физическими величи- нами, осуществлять проверку выдвигаемых в отноше- нии них гипотез; выводить из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы, объяснять полученные результаты и делать выводы; решать физические задачи по кинематике,
- динамике, на вычисление работы сил, энергии, применение зако- нов сохранения, условий равновесия твёрдого тела, по кинематике и динамике механических колебаний ди- намическим и энергетическим способами, требующие анализа данных, моделей, физических закономер- ностей, определяющих решение, необходимости вы- рабатывать логику, анализировать полученный ре- зультат.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

По окончании изучения углублённого курса обуча- ющийся достигнет всех планируемых результатов обуче- ния базового уровня. В дополнение к ним обучающийся на- учится:

- объяснять основные положения и законы молекуляр- но-кинетической теории и термодинамики; анализи- ровать характер зависимостей между физическими ве- личинами в этих законах;
- применять законы термодинамики к изобарическому, изохорическому, изотермическому и адиабатическому процессам; уметь отвечать на четыре вопроса о поведе- нии системы в термодинамическом процессе и решать задачи;

- понимать всеобщий характер фундаментальных законов природы (сохранения энергии в тепловых процессах, нулевого начала термодинамики, второго закона термодинамики); определять условия выполнения частных законов (законов идеального газа, закона Дальтона);
- объяснять смысл плотности распределения на основе результатов опыта Штерна;
- понимать и описывать различия между поведением идеального газа и реального газа при изопроцессе, основываясь на моделях идеального газа и реального газа Ван-дер-Ваальса; решать задачи о парах;
- показывать эквивалентность формулировок второго закона термодинамики;
- понимать принципы действия тепловых двигателей и холодильных машин, тепловых насосов, измерительных приборов, технических устройств, физические основы их работы, использованные при их создании физические модели и законы; решать задачи о тепловых машинах;
- объяснять явления, связанные с поверхностным натяжением, капиллярные явления, решать задачи, связанные с этими явлениями.

По окончании изучения курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- основываясь на научном методе познания, планировать и выполнять экспериментальные исследования тепловых явлений, проводить анализ зависимости между физическими величинами, осуществлять проверку выдвигаемых в отношении их гипотез; выводиться из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические закономерности, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- решать задачи, требующие анализа данных, моделей, физических закономерностей, определяющих решение, необходимости вырабатывать логику действий, анализировать полученный результат.

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обуче-

ния базового уровня. В дополнение к ним обучающийся на- учится:

- применять основные положения и законы электродинамики для объяснения электромагнитных взаимодействий; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в этих законах; понимать взаимосвязь и единство электрического и магнитного полей, смысл теорий дальнего действия и ближнего действия;
- оценивать скорость дрейфа свободных носителей заряда при протекании электрического тока в металле;
- понимать смысл температурного коэффициента сопротивления и критической температуры, физический смысл явления сверхпроводимости;
- объяснять назначение шунта и дополнительного резистора при измерении силы тока и напряжения в электрической цепи; графики зависимости полезной, затраченной мощности тока, КПД источника тока от нагрузки; способы уменьшения коэффициента потерь ЛЭП и увеличения КПД линии электропередачи; передачу электрической энергии от источника тока к потребителю;
- формулировать первое и второе правила Кирхгофа, использовать их при расчёте цепей с источниками тока; понимать
- всеобщий характер фундаментальных законов (закона сохранения электрического заряда) и условия выполнения частных законов (законов Ома, закона Джоуля — Ленца, законов геометрической оптики и др.);
- понимать природу проводимости металлов, растворов электролитов, газов; объяснять и описывать явления электролиза (закон Фарадея), газовых разрядов, электрического тока в различных средах: газах, вакууме, полупроводниках; понимать и объяснять принципы работы электровакуумных и полупроводниковых приборов, в том числе транзисторов;
- объяснять доказательство потенциальности электростатического поля, смысл принципа суперпозиции для потенциалов;
- объяснять смысл закона Био — Савара — Лапласа и записывать с его помощью формулы для расчёта модулей векторов индукции магнитных полей, создан-

ных токами в прямолинейном проводнике, тонком кольце и соленоиде;

- описывать процессы, происходящие при подключении конденсатора к источнику постоянного тока, движение заряженных частиц в магнитном поле, объяснять принцип действия устройств, использующих это явление (циклотрон, масс-спектрограф, МГД-генератор), а также принцип магнитной фокусировки пучков заряженных частиц, возникновение радиационных поясов Земли; взаимодействие двух параллельных прямолинейных проводов с токами; магнитные свойства веществ с разной магнитной проницаемостью, явления гистерезиса, остаточной индукции; магнитно-мягкие и магнитно-твёрдые (магнитно-жесткие) ферромагнетики; понимать смысл коэрцитивной силы; определять индуктивность длинного соленоида; объяснять явление взаимной индукции и смысл коэффициента взаимной индукции; выводить формулу для расчёта энергии магнитного поля; получать уравнение гармонических колебаний в контуре, используя понятие разности потенциалов; описывать электромагнитные явления, используя для этого такие физические величины, как мгновенная мощность, выделяемая на резисторе, средняя за период мощность, выделяемая на резисторе, действующее значение силы переменного тока, действующее значение переменного напряжения, активное сопротивление, ёмкостное сопротивление, индуктивное сопротивление, полное электрическое сопротивление, резонансная частота; исследовать процессы, происходящие в цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление (или конденсатор, или катушку индуктивности), в колебательном контуре; резонанс тока и резонанс напряжения; использовать метод векторных диаграмм для описания процессов в колебательном контуре, вывода закона Ома для цепи переменного тока; описывать работу трансформатора
- в режиме холостого хода; записывать и анализировать уравнения электромагнитной волны; рассматривать спектр электромагнит-

ных волн, условно разделённый на несколько диапазонов по длине волны (частоте);

- объяснять явления полного (внутреннего) отражения света, интерференции и дифракции света, приводить примеры использования этих явлений в оптических системах, в том числе в дифракционных решётках;
- рассматривать недостатки реальных линз (сферическую и хроматическую аберрации) и способы их устранения;
- получать формулу, позволяющую определять положения интерференционных максимумов в схеме Юнга; описывать применение линз с покрытиями в виде тонких плёнок в просветлённой оптике; анализировать интерференционные и дифракционные картины; записывать и анализировать условия
- дифракционных максимумов и минимумов при дифракции света на одной щели, главных интерференционных максимумов в картине, получаемой от дифракционной решётки; объяснять
- условие, при котором можно использовать законы геометрической оптики; оценивать предел разрешения (разрешающую способность) оптической системы; решать физические задачи по электромагнитным явлениям: электростатическому взаимодействию системы зарядов, расчёту напряжённости поля в произвольной точке (если известно распределение точечных зарядов, создающих это поле), поля равномерно заряженной плоскости или сферы (на основе теоремы Гаусса); на применение понятия потенциала к движению зарядов в электростатическом поле; о проводниках и диэлектриках в постоянном электрическом поле; по расчёту объёмных плотностей энергии электрических полей, параметров параллельного и последовательного соединений конденсаторов; о полезной и полной мощности тока в замкнутой цепи; на закон Фарадея для электролиза; о перезарядке конденсаторов; на закон Био — Савара — Лапласа; о движении заряженных частиц в магнитном поле; о действии вихревого электрического поля на электрические заряды, о цепях переменного тока с активным, ёмкостным и (или) индуктивным сопротивлением; на закон Ома для цепи переменного тока; об увеличении и оптической силе



оптических приборов; на основные понятия и формулы волновой оптики;

- понимать и объяснять принципы работы электрических устройств: проводников, конденсаторов, источников тока, катушек индуктивности в цепях постоянного и переменного тока, электрических измерительных приборов (амперметров, вольтметров), газоразрядных устройств, вакуумных электронных приборов, полупроводниковых приборов, электромагнитов, электродвигателей, трансформаторов и других электротехнических устройств в цепях переменного тока, принципы действия оптических приборов (микроскопа, телескопа, дифракционной решётки), физические основы их работы, использованные при их создании модели и законы электродинамики.

По окончании изучения курса обучающийся дополнит ельно получит возможность научиться:

- основываясь на научном методе познания, планировать и выполнять экспериментальные исследования электромагнитных явлений, анализировать характер зависимостей между исследуемыми физическими величинами, осуществлять проверку выдвигаемых в отношении их гипотез; выводиться из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы, объяснять полученные результаты и делать выводы; решать задачи,
- требующие анализа данных, моделей, физических закономерностей, определяющих решение, необходимости вырабатывать логику действий, анализировать полученный результат.

## ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- применять постулаты СТО для объяснения относительности одновременности событий, течения времени, пространственных промежутков; рассматривать данные явления на примерах с двумя наблюдателями и движущимся объектом в различных системах отсчёта; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в рассматриваемых примерах;

- объяснять закон сложения скоростей в СТО, соотношение классического закона сложения скоростей и релятивистского закона сложения скоростей, «парадокс близнецов».

По окончании изучения курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- понимать значение СТО для современных исследований в разных областях науки и техники.

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся на- учится:

- объяснять противоречия физической теории с экспериментальными данными, решить которые удалось в квантовой механике; применять положения и законы квантовой физики, физики атома и атомного ядра для объяснения квантовых явлений; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в этих законах;
- понимать принципы квантовой механики, используемые для описания состояния микрообъекта; всеобщий характер фундаментальных законов (законов сохранения энергии, электрического заряда) и условия выполнения частных законов (законов фотоэффекта, постулатов Бора и др.);
- объяснять процессы изменения энергии ядра, используя его энергетическую диаграмму;
- записывать закон радиоактивного распада, используя понятие «постоянная распада»;
- приводить экспериментально установленные особенности альфа-распада; описывать К-захват и процессы взаимодействия нейтрино и антинейтрино.

По окончании изучения курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- различать фундаментальные взаимодействия, открытые в природе, по их особенностям, взаимодействующим частицам, носителям взаимодействий; понимать принятое деление (классификацию) элементарных частиц;

- решать задачи, требующие анализа данных, моделей, физических закономерностей, определяющих решение, необходимости вырабатывать логику действий, анализировать полученный результат.

## ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- применять основные положения и законы классической механики, электродинамики, оптики, физики атома и атомного ядра для описания и объяснения процессов, происходящих с объектами Солнечной системы, звёздами и системами звёзд, материей Вселенной;
- описывать физические процессы, происходящие в звёздах, и их эволюцию в зависимости от их характеристик; понимать
- суть гипотез о происхождении Солнечной системы, других звёздных систем; описывать эволюцию Вселенной согласно гипотезе Большого взрыва. По

окончании изучения курса обучающийся дополнително получит возможность научиться:

- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения проектных работ по астрономии.

# Содержание курса физики 10—11 классов

## Базовый уровень

### ФИЗИКА И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ<sup>1</sup>

Физика — фундаментальная наука о природе. Наблюдение и описание физических явлений. Моделирование физических явлений и процессов. Физические величины. Измерение физических величин. Международная система единиц. Эксперимент и теория в процессе познания природы. Научные гипотезы. Физические законы. Физические теории. Основные элементы физической картины мира. Физика и культура.

### МЕХАНИКА

Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. Способы описания движения. Траектория. Перемещение. Путь. Скорость. Сложение движений. Прямолинейное равномерное движение. Ускорение. Прямолинейное равноускоренное движение. Свободное падение. Криволинейное движение. Равномерное движение по окружности. Период и частота вращения. Угловая скорость. Скорость и ускорение при равномерном движении по окружности. Поступательное и вращательное движения твёрдого тела.

Инерция. Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Сила. Измерение сил. Инертность тел. Масса. Второй закон Ньютона. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Сила тяжести. Сила упругости. Деформации. Закон Гука. Вес тела. Сила трения. Динамика равномерного

---

<sup>1</sup> Содержание данного раздела используется для раскрытия остальных тем курса.

движения материальной точки по окружности. Закон всемирного тяготения. Движение планет и искусственных спутников. Законы Кеплера. Принцип относительности Галилея. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта.

Импульс материальной точки. Система тел. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Механическая работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Механическая энергия системы тел. Закон сохранения механической энергии.

Твёрдое тело. Равновесие тела. Момент силы. Условия равновесия твёрдого тела. Простые механизмы. Коэффициент полезного действия (КПД). Давление. Атмосферное давление. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Условие плавания тел.

Механические колебания. Условия возникновения свободных колебаний. Кинематика и динамика колебательного движения. Математический и пружинный маятники. Преобразование энергии при механических колебаниях. Затухающие и вынужденные колебания. Механические волны. Длина волны. Звук. Громкость звука и высота тона.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Основные положения МКТ. Характер движения и взаимодействия частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Масса молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро.

Тепловое равновесие. Температура и её измерение. Связь температуры со скоростью хаотического движения частиц. Модель идеального газа. Законы идеального газа. Объединённый газовый закон. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Распределение молекул газа по скоростям.

Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы её изменения. Виды теплообмена: теплопроводность, конвекция, излучение. Количество теплоты и работа. Теплоёмкость тела. Удельная

и молярная теплоёмкости вещества. Расчёт количеств теплоты при теплообмене. Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики). Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

Преобразования энергии в тепловых машинах. Принцип действия тепловых машин. КПД тепловой машины. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Необратимость процессов в природе. Экологические проблемы теплоэнергетики.

Испарение и конденсация. Влажность воздуха. Насыщенный пар. Удельная теплота парообразования. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления. Структура твёрдых тел. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления.

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электризация тел. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Сложение электрических сил. Электрическое поле. Действие электрического поля на электрические заряды. Напряжённость электрического поля. Линии напряжённости электрического поля. Работа сил электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Проводники и диэлектрики в постоянном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость. Электрическая ёмкость. Конденсатор. Энергия электрического поля.

Условия возникновения электрического тока. Направление и сила тока. Свободные носители заряда. Электрический ток в проводниках. Закон Ома для участка электрической цепи. Сопротивление проводника. Удельное сопротивление вещества. Измерение силы тока и напряжения. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля — Ленца. Действия электрического тока. Источник тока. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Электрический ток в электролитах. Электрический ток в вакууме и газах. Плазма. Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы. Правила безопасности при работе с источниками тока, электрическими цепями и приборами.

Магнитное взаимодействие. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Линии магнитной индукции. Сила Лоренца. Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Закон Ампера. Магнитное взаимодействие проводников с токами. Действие магнитного поля на рамку с током. Электродвигатель постоянного тока. Магнитные свойства вещества.

Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. ЭДС индукции в движущемся проводнике. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Индуктивность. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.

Колебательный контур. Электромагнитные колебания. Переменный ток. Мощность в цепи переменного тока. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор. Электромагнитные волны и их свойства. Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение. Принципы радиосвязи и телевидения. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы.

Источники света. Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения и преломления света. Построение изображений в плоских зеркалах. Дисперсия света. Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула тонкой линзы. Построение изображений, создаваемых тонкими линзами. Глаз и зрение. Оптические приборы.

Волновые свойства света. Принцип Гюйгенса. Поляризация волн. Электромагнитная природа света. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения. Интерференция волн. Интерференция света. Дифракция света. Принцип Гюйгенса — Френеля.

## ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Постулаты специальной теории относительности (СТО). Масса, импульс и энергия в СТО.

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

Равновесное тепловое излучение. Гипотеза Планка. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Корпускулярно-волновой дуализм. Дав-

ление света. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Оптические спектры. Поглощение и испускание света атомами. Лазеры.

Состав и строение атомного ядра. Зарядовое и массовое числа. Ядерные силы. Энергия связи и удельная энергия связи атомных ядер. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Правила смещения. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерная энергетика. Экологические проблемы работы атомных электростанций. Регистрация ядерных излучений. Дозиметрия. Биологическое действие радиоактивных излучений.

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.

## **ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ**

Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Основные методы исследования в астрономии. Определение расстояний до небесных тел. Солнце. Солнечная система. Физическая природа небесных тел Солнечной системы. Происхождение Солнечной системы. Физические характеристики звёзд. Эволюция звёзд. Галактика. Строение и эволюция Вселенной.

## **Углублённый уровень**

### **ФИЗИКА И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ**

Физика — фундаментальная наука о природе. Наблюдение и описание физических явлений. Моделирование физических явлений и процессов. Физические величины. Измерение физических величин. Погрешности измерений физических величин. Международная система единиц. Научный метод познания природы и методы исследования физических явлений. Эксперимент и теория. Научные гипотезы. Физические законы. Границы применимости физических законов. Физические теории. Основные элементы физической картины мира. Физика и культура.



## МЕХАНИКА

Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. Способы описания движения. Траектория. Перемещение. Путь. Скорость. Прямолинейное равномерное движение. Сложение движений. Движение связанных тел. Ускорение. Прямолинейное равноускоренное движение. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Криволинейное движение. Равномерное движение по окружности. Период и частота вращения. Угловая скорость. Скорость и ускорение при равномерном движении по окружности. Равноускоренное движение по окружности.

Поступательное и вращательное движения твёрдого тела. Сложение поступательного и вращательного движений. Плоское движение. Мгновенная ось вращения.

Инерция. Инерциальные системы отсчёты. Первый закон Ньютона. Сила. Измерение сил. Инертность тел. Масса. Второй закон Ньютона. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Сила тяжести. Сила упругости. Деформации. Закон Гука. Механическое напряжение. Модуль Юнга. Вес тела. Сила трения. Динамика равномерного движения материальной точки по окружности. Динамика равноускоренного движения материальной точки по окружности. Закон всемирного тяготения. Движение планет и искусственных спутников. Законы Кеплера. Принцип относительности Галилея. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Законы динамики в неинерциальных системах отсчёта. Преобразование Галилея.

Динамика вращательного движения. Момент инерции. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

Импульс материальной точки. Система тел. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Абсолютно упругое и абсолютно неупругое соударения двух тел.

Механическая работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Механическая энергия системы тел. Изменение механической энергии. Закон сохранения механической энергии системы материальных точек.

Твёрдое тело. Равновесие тела. Момент силы. Условия равновесия твёрдого тела. Применение условий равновесия при решении задач статики. Простые механизмы. Коэффициент

полезного действия (КПД). Давление. Атмосферное давление. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Условие плавания тел.

Распределение давления в движущейся жидкости. Уравнение Бернулли.

Механические колебания. Условия возникновения свободных колебаний. Кинематика и динамика колебательно-го движения. Математический и пружинный маятники. Преобразование энергии при механических колебаниях. Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс. Резонанс смещения и резонанс скорости. Метод векторных диаграмм. Автоколебания.

Механические волны. Уравнение гармонической бегущей волны. Длина волны. Звук. Громкость звука и высота тона.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Основные положения МКТ. Строение вещества. Характер движения и взаимодействия частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Масса молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро.

Тепловое равновесие. Температура и её измерение. Связь температуры со скоростью хаотического движения частиц. Модель идеального газа. Законы идеального газа. Объёмный газовый закон. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Распределение молекул газа по скоростям.

Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы её изменения. Виды теплообмена: теплопроводность, конвекция, излучение. Количество теплоты и работа. Теплоёмкость тела. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Расчёт количеств теплоты при теплообмене. Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики). Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

Преобразования энергии в тепловых машинах. Принцип действия тепловых машин. КПД тепловой машины. Цикл Карно. Холодильные машины и тепловые насосы. Второй

закон термодинамики. Необратимость процессов в природе. Экологические проблемы теплоэнергетики.

Испарение и конденсация. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Влажность воздуха. Насыщенные и ненасыщенные пары. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Удельная теплота парообразования. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления. Структура твёрдых тел. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления.

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электризация тел. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Сложение электрических сил. Электрическое поле. Действие электрического поля на электрические заряды. Напряжённость электрического поля. Линии напряжённости электрического поля. Теорема Гаусса. Расчёт напряжённости полей равномерно заряженных плоскости и сферы. Работа сил электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Проводники и диэлектрики в постоянном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость. Электрическая ёмкость. Конденсатор. Параллельное и последовательное соединения конденсаторов. Энергия электрического поля.

Условия возникновения электрического тока. Направление и сила тока. Свободные носители заряда. Электрический ток в проводниках. Закон Ома для участка электрической цепи. Сопротивление проводника. Удельное сопротивление вещества. Зависимость удельного сопротивления от температуры. Сверхпроводимость. Измерение силы тока и напряжения. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля — Ленца. Действия электрического тока. Источник тока. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Перезарядка конденсатора. Полезная и полная мощность тока в замкнутой цепи. Закон Ома для участка цепи с источником тока. Правила Кирхгофа. Электрический ток в электролитах. Закон Фарадея для электролиза. Электрический ток в вакууме и газах. Вакуумный диод. Электронно-лучевая трубка. Плазма. Газовые разряды.

Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы. Правила безопасности при работе

с источниками тока, электрическими цепями и приборами.

Магнитное взаимодействие. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Линии магнитной индукции. Закон Био — Савара — Лапласа. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Циклотрон. МГД-генератор. Действие магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера. Магнитное взаимодействие проводников с токами. Единица силы тока. Действие магнитного поля на рамку с током. Электродвигатель постоянного тока. Гальванометр. Динамик. Электромагнитное реле. Магнитные свойства вещества.

Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. ЭДС индукции в движущемся проводнике. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Индуктивность. Самоиндукция. Энергия магнитного поля тока.

Колебательный контур. Электромагнитные колебания. Уравнение гармонических колебаний. Переменный ток. Активное сопротивление в цепи переменного тока. Действующие значения силы переменного тока и переменного напряжения. Конденсатор в цепи переменного тока. Капсула индуктивности в цепи переменного тока. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс в контуре. Резонанс тока и резонанс напряжения. Закон Ома для цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор. Электромагнитные волны и их свойства. Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение. Принципы радиосвязи и телевидения. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы.

Источники света. Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения и преломления света. Построение изображений в плоских зеркалах. Явление полного внутреннего отражения. Дисперсия света. Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула тонкой линзы. Построение изображений, создаваемых тонкими линзами. Глаз и зрение. Оптические приборы.

Волновые свойства света. Поляризация волн. Принцип Гюйгенса. Электромагнитная природа света. Интерферен-

ция волн. Интерференция света. Дифракция света. Принцип Гюйгенса — Френеля. Дифракционная решётка.

## ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Постулаты специальной теории относительности. Относительность одновременности событий, замедление времени, сокращение длины. Закон сложения скоростей в СТО. Масса, импульс и энергия в СТО.

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

Равновесное тепловое излучение. Гипотеза Планка. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Корпускулярно-волновой дуализм. Давление света. Опыты П. Н. Лебедева и С. И. Вавилова. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Оптические спектры. Поглощение и испускание света атомами. Лазеры.

Состав и строение атомного ядра. Зарядовое и массовое числа. Ядерные силы. Энергия связи и удельная энергия связи атомных ядер. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Правила смещения. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерная энергетика. Экологические проблемы работы атомных электростанций. Регистрация ядерных излучений. Дозиметрия. Биологическое действие радиоактивных излучений.

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.

## ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ

Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Основные методы исследования в астрономии. Определение расстояний до небесных тел. Солнце. Солнечная система. Физическая природа небесных тел Солнечной системы. Происхождение Солнечной системы. Физические характеристики звёзд. Эволюция звёзд. Галактика. Другие галактики. Строение и эволюция Вселенной.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ И ОПЫТЫ

### Проведение прямых измерений физических ве-

#### личин

1. Измерение массы тела.
2. Измерение силы.
3. Измерение атмосферного давления.
4. Измерение относительной влажности воздуха.
5. Измерение силы тока в различных участках электрической цепи.
6. Измерение напряжения между двумя точками цепи.
7. Определение температуры плавления олова.
8. Определение фокусного расстояния собирающей линзы.
9. Измерение естественного радиационного фона дозиметром.

### Расчёт по полученным результатам прямых измерений зависимого от них параметра (косвенные измерения)

1. Изучение погрешностей измерения.
2. Определение ускорения тела при равноускоренном движении.
3. Определение высоты подъёма тела, брошенного вертикально вверх.
4. Измерение кинетической энергии тела по длине тормозного пути.
5. Измерение потенциальной энергии тела.
6. Оценка размеров молекулы масла.
7. Измерение удельной теплоты плавления льда.
8. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
9. Измерение работы и мощности электрического тока.
10. Определение элементарного заряда при электролизе.
11. Определение показателя преломления стекла.
12. Оценка длины волны света разного цвета.
13. Определение удельного заряда частицы по её треку в камере Вильсона.

### Наблюдение явлений и постановка опытов (на качественном уровне) по обнаружению факторов, влияющих на протекание данных явлений

1. Наблюдение равномерного прямолинейного и равноускоренного прямолинейного движений.

2. Наблюдение свободного падения тел в трубке Нью-тона.
3. Изучение движения тела, брошенного горизонтально и под углом к горизонту.
4. Изучение инертности тел.
5. Изучение различных видов деформаций.
6. Наблюдение реактивного движения (на модели ракеты).
7. Изучение столкновения тел (шаров).
8. Изучение условия равновесия рычага.
9. Изучение условия плавания тел.
10. Наблюдение диффузии в жидкостях и газах.
11. Изучение различных видов теплообмена.
12. Изучение адиабатического процесса.
13. Наблюдение испарения, конденсации, кипения, плавления и кристаллизации тел.
14. Наблюдение поверхностного натяжения жидкости, явлений смачивания и несмачивания, капиллярных явлений.
15. Наблюдение электризации тел.
16. Изучение поляризации проводников и диэлектриков.
17. Исследование картин электрических полей.
18. Изучение явления электромагнитной индукции.
19. Изучение действия магнитного поля на проводник с током.
20. Исследование картин магнитных полей.
21. Наблюдение явления самоиндукции.
22. Наблюдение колебаний тел.
23. Изучение вынужденных колебаний и резонанса.
24. Наблюдение механических волн.
25. Изучение распространения звуковых колебаний.
26. Наблюдение вынужденных электромагнитных колебаний и резонанса в контуре.
27. Изучение свойств электромагнитных волн.
28. Наблюдение прямолинейного распространения, отражения, преломления и дисперсии света.
29. Наблюдение поляризации, интерференции и дифракции волн.
30. Наблюдение интерференции и дифракции света.
31. Наблюдение спектров излучения и поглощения.
32. Наблюдение звёзд, Луны и планет в телескоп или бинокль.

**Исследование зависимости одной физической величины от другой с представлением результатов в виде графика или таблицы**

1. Исследование зависимости траектории, пути, перемещения, скорости движения тела от выбора системы отсчёта.

2. Изучение зависимости силы упругости от деформации пружины.

3. Исследование зависимости углового ускорения от момента силы и момента инерции.

4. Изучение зависимости между давлением и объёмом газа данной массы при постоянной температуре.

5. Изучение зависимости между давлением и температурой газа данной массы при постоянном объёме.

6. Изучение зависимости между объёмом и температурой газа данной массы при постоянном давлении.

7. Исследование зависимости температуры кипения от давления.

8. Исследование зависимости электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.

9. Изучение зависимости силы тока от напряжения на участке электрической цепи.

10. Изучение зависимости ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.

11. Исследование зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити.

12. Исследование зависимости периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины.

**Знакомство с техническими устройствами и их конструирование**

1. Изучение устройства и принципа действия термометра.

2. Изучение устройства и принципа действия тепловых двигателей и холодильных машин.

3. Изучение устройства и принципа действия психрометра и гигрометра.

4. Изучение устройства и принципа действия электрометра.

5. Изучение устройства и принципа действия различных конденсаторов.

6. Изучение устройства и принципа действия различных источников постоянного тока.



7. Изучение устройства и принципа действия вакуумного диода, электронно-лучевой трубки.

8. Изучение работы полупроводникового устройства.

9. Изучение устройства и принципа действия электро- двигателя постоянного тока.

10. Изучение устройства и принципа действия гальвано- метра, динамика.

11. Сборка электромагнита и изучение принципа его дей- ствия.

12. Изучение устройства и принципа действия генератора переменного тока.

13. Изучение устройства и принципа действия трансфор- матора.

14. Изучение устройства и принципа действия различных оптических приборов.

15. Изучение принципа действия дифракционной ре- шётки.

16. Изучение устройства и принципа действия счётчика ионизирующих частиц.

17. Изучение устройства и принципа действия дозиметра.

# Тематическое планирование. 10—11 классы

## Базовый уровень

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<b>10 класс</b>	
<b>Кинематика 12 ч [18 ч]<sup>1</sup></b>	
<p>Положение тела в пространстве. Способы описания механического движения. Системы отсчёта. Перемещение. Путь. Скорость. Прямолинейное равномерное движение по плоскости. Решение задач кинематики прямолинейного равномерного движения по плоскости. Графический и аналитический способы решения. Относительность движения. Сложение движений. Закон сложения перемещений и скоростей. Ускорение. Прямолинейное равноускоренное движение. Свободное падение.</p> <p>Решение задач о равноускоренном движении. Графический и аналитический способы решения. Равномерное движение по окружности. Угловая скорость. Период и частота вращения. Скорость и ускорение при равномерном движении по окружности. Повторение по теме «Кинематика»</p>	<p>Объяснять смысл механического движения, системы отсчёта; выбирать систему отсчёта (тело отсчёта, связанную с ним систему координат и часы) на плоскости и в пространстве. Определять механическое движение, такие понятия, как точечное тело, система отсчёта, траектория, прямолинейное равномерное и равноускоренное движения, перемещение и скорость прямолинейного равномерного движения, средняя скорость, мгновенная скорость, ускорение.</p> <p>Объяснять относительность механического движения, использовать принцип независимости движений при их сложении, закон сложения перемещений и скоростей.</p> <p>Описывать механическое движение на плоскости в графическом и аналитическом видах.</p>

<sup>1</sup> В квадратных скобках указаны дидактические единицы, количество часов и виды деятельности обучающихся при трёхчасовом планировании.

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Лабораторные работы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение ускорения тела при равноускоренном прямолинейном движении.</li> <li>2. Определение высоты подъёма тела, брошенного вертикально вверх</li> </ol>	<p>Используя закон движения, отвечать на два вопроса («где?» и «когда?») о положении точечного тела в процессе его движения: для равномерного прямолинейного движения, равноускоренного прямолинейного движения, равномерного движения по окружности.</p>
<p><i>Контрольная работа № 1</i> <i>«Кинематика»</i></p>	<p>Проводить прямые и косвенные измерения координаты тела, времени движения, скорости и ускорения при прямолинейном движении, угловой скорости и периода обращения при движении по окружности.</p>
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Графический и аналитический способы решения кинематических задач.</li> <li>2. Применение явления свободного падения тела для измерения времени реакции человека</li> </ol>	<p>Описывать особенности криволинейного движения, поступательного и вращательного движений твёрдого тела.</p> <p>Определять равномерное движение тела по окружности и его характеристики, такие понятия, как радиус-вектор, угловая скорость, период и частота обращения.</p> <p>Объяснять смысл закона равномерного движения точечного тела по окружности.</p> <p>Выполнять экспериментальные исследования прямолинейного равноускоренного движения, равномерного движения по окружности.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание законов прямолинейного равномерного и равноускоренного движений, равномерного дви-</p>

	жения по окружности, определений физических величин, аналитических (формул) и графических зависимостей между ними, выбранных физических моделей, представляя ответ в общем виде и (или) в числовом выражении
<b>Динамика 11 ч [16 ч]</b>	
Закон инерции. Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Сила. Измерение сил. Инертность. Масса. Второй закон Ньютона. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Деформации. Сила упругости. Закон Гука. Сила трения. Решение задач о движении тела под действием нескольких сил, о движении взаимодействующих тел. Динамика равномерного движения материальной точки по окружности. Закон всемирного тяготения. Движение планет и искусственных спутников. Законы Кеплера. Принцип относительности Галилея. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта.	Объяснять основные свойства таких явлений, как механическое действие, движение по инерции, взаимодействие тел, инертность, деформация, трение. Объяснять смысл таких физических моделей, как материальная точка, свободное тело, инерциальная система отсчёта. Выбирать инерциальную систему отсчёта, соответствующую условию задачи. Объяснять принцип относительности Галилея. Описывать отличие инерциальной системы отсчёта от неинерциальной. Описывать взаимодействие тел, используя такие физические величины, как масса, сила, ускорение; использовать единицы СИ.
Повторение по теме «Динамика»	Объяснять смысл законов Ньютона, Гука, трения, всемирного тяготения; решать задачи на их использование. Проводить прямые и косвенные измерения физических величин: массы, плотности, силы.
<i>Контрольная работа № 2 «Динамика»</i>	

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение различных видов деформации, упругих и пластических деформаций.</li> <li>2. Измерение силы, необходимой для разрыва нити.</li> <li>3. Опыт Кавендиша по измерению гравитационной постоянной.</li> <li>4. Законы Кеплера: история открытия, физическая сущность, примеры применения.</li> <li>5. Первые искусственные спутники Земли</li> </ol>	<p>Оценивать погрешности прямых и косвенных измерений.</p> <p>Находить сумму сил, направленных вдоль одной прямой или под углом.</p> <p>Понимать и объяснять свойства изучаемых сил, отвечать на четыре вопроса о силе.</p> <p>Различать силу тяжести и вес тела, силу трения покоя и силу трения скольжения.</p> <p>Представлять результаты измерений и вычислений в виде таблиц и графиков и выявлять на их основе зависимости силы упругости от удлинения пружины, силы трения от силы нормальной реакции опоры.</p> <p>Решать физические задачи о движении тела под действием нескольких сил, о движении взаимодействующих тел, в том числе о равномерном движении материальной точки по окружности, о движении планет и искусственных спутников, используя алгоритмы решения задач.</p> <p>[Приводить примеры практического использования знания законов динамики.</p> <p>Проводить самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных из-</p>

	даний, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по кинематике и динамике]
<b>Законы сохранения в механике 6 ч [11 ч]</b>	
<p>Импульс. Изменение импульса материальной точки. Система тел. Закон сохранения импульса. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Механическая работа. Вычисление работы сил. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Механическая энергия системы тел. Изменение механической энергии. Закон сохранения механической энергии. Решение задач с использованием закона сохранения механической энергии</p>	<p>Описывать механическое движение материальной точки и системы материальных точек, используя для этого знание таких физических величин, как импульс, импульс силы; понятия: система тел, внутренние и внешние силы, центр масс.</p> <p>Объяснять смысл закона сохранения импульса, объяснять его содержание на уровне взаимосвязи физических величин; объяснять смысл теоремы о движении центра масс системы материальных точек.</p> <p>Решать физические задачи с использованием закона сохранения импульса и закона сохранения проекции импульса, теоремы о движении центра масс.</p>
<i>[Контрольная работа № 3 «Законы сохранения в механике»]</i>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реактивное движение в природе.</li> <li>2. История развития космонавтики.</li> <li>3. Применение законов сохранения в механике</li> </ol>	<p>Объяснять такие понятия, как механическая работа, кинетическая энергия тела, система тел, потенциальные силы, потенциальная энергия системы тел, внутренние и внешние силы, механическая энергия системы тел, мощность.</p>

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
	<p>Формулировать определения данных понятий. Использовать такие физические величины, как механическая работа, кинетическая энергия тела, потенциальная энергия системы тел, механическая энергия, для объяснения изменения механической энергии системы тел, закона сохранения механической энергии, решения задач.</p> <p>Формулировать законы изменения и сохранения механической энергии, объяснять их содержание на уровне взаимосвязи физических величин.</p> <p>Решать физические задачи на вычисление работы сил, мощности, кинетической энергии тела, потенциальной энергии системы тел, на применение закона сохранения механической энергии</p>
<b>Статика 4 ч [5 ч]</b>	
<p>Твёрдое тело. Равновесие тела. Момент силы. Условия равновесия твёрдого тела. Простые механизмы. Коэффициент полезного действия. Гидростатическое давление. Атмосферное давление. Законы гидростатики. Повторение.</p>	<p>Объяснять условия равновесия твёрдых тел, виды равновесия твёрдого тела; описывать передачу давления жидкостями и газами, явления гидростатического и атмосферного давления, плавания тел.</p>

ние по темам «Законы сохранения в механике», «Статика»	<p>Объяснять смысл такой физической модели, как абсолютно твёрдое тело, таких физических величин, как плечо силы, момент силы, КПД, давление, выталкивающая сила.</p> <p>Решать физические задачи на применение условий равновесия твёрдых тел, вычисление мощности и КПД простых механизмов, законов Паскаля, Архимеда.</p> <p>Понимать и объяснять смысл «золотого правила механики» и условия его выполнения; принцип действия простых механизмов. Приводить примеры практического использования знаний о законах статики, гидро- и аэростатики.</p> <p><i>При повторении материала:</i> решать физические задачи на вычисление работы сил, мощности, кинетической энергии тела, потенциальной энергии системы тел, на применение закона сохранения механической энергии. [Проводить самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по изучению законов сохранения в механике, статики, гидро- и аэростатики]</p>
<p><i>Контрольная работа № 3</i></p> <p>«Законы сохранения в механике», «Статика»</p> <p>[Контрольная работа № 4 «Статика»]</p>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование простых механизмов. Изучение «золотого правила механики».</li> <li>2. История открытия законов Паскаля и Архимеда.</li> <li>3. Опыт Торричелли по обнаружению атмосферного давления.</li> <li>4. Сообщающиеся сосуды и гидравлические механизмы.</li> <li>5. Методы измерения артериального кровяного давления.</li> <li>6. История развития воздухоплавания-</li> </ol>	



Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<b>Основы МКТ и термодинамики 12 ч [22 ч]</b>	
<p>Основные положения МКТ. Характер движения и взаимодействия молекул в газах, жидкостях и твёрдых телах. Тепловое движение атомов и молекул. Броуновское движение. Диффузия. Масса молекул. Количество вещества. Молярная масса.</p> <p>Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы её изменения. Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики). Закон сохранения энергии. Температура и тепловое равновесие. Нулевой закон термодинамики. Количество теплоты. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Решение задач о теплообмене. Законы идеального газа. Объединённый газовый закон. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура — мера средней кинетической энергии хаотического движения молекул. Распределение молекул газа по скоростям. Применение первого закона термодинамики к изобарическому процессу. Применение первого закона термодинамики к изохорическому, изотермическому и адиабатическому</p>	<p>Объяснять явления теплового движения молекул, броуновского движения, диффузии. Формулировать основные положения молекулярно-кинетической теории.</p> <p>Описывать взаимодействие молекул вещества в различных агрегатных состояниях. Давать определения моля, молярной массы, объяснять смысл этих физических величин, их единиц в СИ.</p> <p>Объяснять физический смысл постоянной Авогадро; решать физические задачи на определение молярной массы и массы молекул различных веществ, числа молей и числа молекул вещества заданной массы, объёма.</p> <p>Описывать изменение внутренней энергии термодинамической системы при совершении работы и при теплообмене.</p> <p>Определять и объяснять смысл таких понятий, как термодинамическая система, внутренняя энергия, тепловое (термодинамическое) равновесие, средняя кинетическая энергия теплового (хаотического) движения молекул, температура.</p> <p>Использовать такие физические величины,</p>

<p>процессам. [Повторение по теме «Основы МКТ и термодинамики»]</p>	<p>как температура, давление, объём, количество теплоты, теплоёмкость, удельная и молярная теплоёмкости, при изучении свойств тел и тепловых явлений; использовать обозначения физических величин и единицы физических величин в СИ.</p> <p>Понимать смысл закона сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики), нулевого закона термодинамики, законов идеального газа, уравнения состояния идеального газа и основного уравнения МКТ; объяснять их содержание на уровне взаимосвязи физических величин.</p> <p>Проводить прямые измерения физических величин: массы, объёма, температуры, давления; косвенные измерения физических величин: внутренней энергии, количества теплоты, удельной и молярной теплоёмкостей вещества; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений температуры, массы, объёма, плотности.</p> <p>Представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости; анализировать характер зависимости между физическими величинами.</p> <p>Использовать термодинамическую шкалу Кельвина, осуществлять перевод значений температуры для шкал Кельвина и Цельсия.</p>
<p><i>Лабораторные работы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка размеров молекулы масла.</li> <li>2. Изучение зависимости между давлением и объёмом газа при постоянной температуре</li> </ol>	
<p>[Контрольная работа № 5 «Основы МКТ и термодинамики»]</p>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль диффузии в природе.</li> <li>2. Материалы и фасоны одежды для различных климатических условий.</li> <li>3. Влияние климата на выбор строительных материалов и конструкции жилых помещений.</li> <li>4. История развития термометрии. Различные температурные шкалы и их применение.</li> <li>5. История открытия газовых законов.</li> <li>6. Опыт Штерна по измерению скоростей движения молекул</li> </ol>	

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
	<p>Решать физические задачи на использование первого закона термодинамики, задачи на определение количества теплоты, температуры, массы, удельной теплоёмкости вещества при теплообмене.</p> <p>Понимать и объяснять смысл таких физических моделей, как равновесный процесс, идеальный газ.</p> <p>Изображать графически зависимость между макропараметрами термодинамической системы для изопроцессов.</p> <p>Применять первый закон термодинамики к изопроцессам, отвечать на четыре вопроса о состоянии системы в термодинамическом процессе.</p> <p>Решать физические задачи с применением законов идеального газа для изопроцессов, объединённого газового закона, с применением первого закона термодинамики к изотермическому, изобарическому, изохорическому и адиабатическому процессам</p>
<b>Тепловые машины. Второй закон термодинамики 2 ч [5 ч]</b>	
<p>Преобразование энергии в тепловых машинах. Принцип действия тепловых машин. КПД тепловых двигателей. Цикл Карно. Второй закон</p>	<p>Определять основные части любого теплового двигателя (нагреватель, холодильник, рабочее тело).</p>

термодинамики. Необратимость процессов в природе	Объяснять принцип действия тепловых машин. Вычислять КПД и максимально возможный КПД тепловых двигателей. Объяснять смысл второго закона термодинамики в различных формулировках. Приводить примеры необратимых процессов, характеризовать переход термодинамической системы от порядка к хаосу
[Контрольная работа № 6 «Тепловые машины. Второй закон термодинамики»]	
Темы проектных и исследовательских работ 1. Экологические проблемы использования тепловых машин: анализ и способы решения. 2. Второй закон термодинамики: формулировки, анализ работы тепловых машин. 3. Игрушка «пьющая птичка» («птичка Хоттабыча») — вечный двигатель?	
Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы 8 ч [9 ч]	
Испарение и конденсация. Скорость процесса испарения. Насыщенный пар. Влажность воздуха. Измерение влажности. Удельная теплота парообразования. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления. Структура твёрдых тел. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Повторение по темам «Основы МКТ и термодинамики», «Тепловые машины», «Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы»	Описывать, определять и объяснять с точки зрения молекулярной теории процессы изменения агрегатных состояний вещества: испарения и конденсации, кипения, плавления и кристаллизации.  Определять такие понятия и физические величины, как насыщенный пар, абсолютная влажность и относительная влажность воздуха, точка росы, удельная теплота парообразования, удельная теплота конденсации, удельная теплота плавления вещества; трактовать смысл физических величин.

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Лабораторные работы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение относительной влажности воздуха.</li> <li>2. Определение температуры плавления олова</li> </ol>	<p>Рассчитывать количество теплоты, необходимое для плавления (или кристаллизации) вещества, парообразования (или конденсации) вещества; рассчитывать удельную теплоту плавления и удельную теплоту парообразования.</p>
<p><i>Контрольная работа № 4</i>  <i>«Основы МКТ и термодинамики», «Тепловые машины. Второй закон термодинамики», «Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы»</i></p> <p>[Контрольная работа № 7  <i>«Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы»</i>]</p>	<p>Описывать структуру твёрдых тел, характеризовать кристаллические тела, их особенности и свойства: анизотропию, полиморфизм, изотропию.</p> <p>Объяснять графическую зависимость температуры вещества от времени в процессах плавления и кристаллизации.</p> <p>Измерять относительную влажность воздуха с помощью психрометра.</p>
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Различные модификации углерода.</li> <li>2. Испарение и конденсация в природе.</li> <li>3. Полиморфизм воды.</li> <li>4. Изучение роста кристаллов.</li> <li>5. Жидкие кристаллы: структура, свойства, области применения</li> </ol>	<p>[Проводить самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по МКТ и термодинамике]</p>

### Электростатика 9 ч [15 ч]

Электризация тел. Два вида электрических зарядов. Проводники и диэлектрики. Объяснение электрических явлений. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Сложение электрических сил. Дальное действие и близкое действие. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Силовые линии электрического поля. Однородное электрическое поле. Работа сил электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности.

Проводники в постоянном электрическом поле. Диэлектрики в постоянном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость. Конденсаторы. Ёмкость плоского конденсатора. Энергия электрического поля конденсатора. Повторение по теме «Электростатика»

*Контрольная работа № 5*

*«Электростатика»*

*[Контрольная работа № 8*

*«Электростатика»]*

*Темы проектных и исследовательских работ*

1. Исследование свойств электрического заряда.
  2. Определение знака заряда при электризации.
  3. Изучение конструкции электроскопа
- Г. В. Рихмана.

Объяснять электрические свойства веществ, электризацию тел, поляризацию проводников (электростатическую индукцию) и диэлектриков на основе атомарного строения вещества. Объяснять смысл таких физических моделей, как положительный и отрицательный электрические заряды, планетарная модель атома, точечный заряд, линии напряжённости электрического поля, однородное электрическое поле. Воспроизводить физический смысл и содержание понятия «электрическое поле как вид материи», характеризовать теории близкодействия и дальнего действия.

Понимать смысл законов сохранения электрического заряда, Кулона, принципа суперпозиции (сложения электрических сил); объяснять содержание закона Кулона на уровне взаимосвязи физических величин.

Описывать такие физические величины, как электрический заряд, напряжённость электрического поля, разность потенциалов, потенциал, диэлектрическая проницаемость, ёмкость конденсатора, энергия электрического поля. Решать физические задачи на использование закона Кулона, определяя направление действия кулоновских сил, о работе однородного электрического поля, об энергии и заряде конденсатора.

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>4. Опыты Кулона по изучению взаимодействия заряженных тел (двух неподвижных точечных зарядов).</p> <p>5. Исследование потенциала заряженного проводника.</p> <p>6. Электростатическая защита объектов.</p> <p>7. Генератор Ван де Граафа: устройство, принцип действия, примеры применения.</p> <p>8. Изучение распределения зарядов на поверхностях проводников, поляризации диэлектриков.</p> <p>9. Конденсаторы: виды, устройство, принцип действия, примеры использования</p>	<p>Изображать линии напряжённости электрического поля одного, двух точечных зарядов, двух заряженных пластин.</p> <p>Описывать распределение зарядов в проводниках и диэлектриках, помещённых в однородное электрическое поле; объяснять процесс поляризации проводников и диэлектриков</p>
<b>Итого 70 ч [105 ч]</b>	
<b>Резерв времени 6 ч [4 ч]</b>	
<b>11 класс</b>	
<b>Постоянный электрический ток 11 ч [15 ч]</b>	
<p>Постоянный электрический ток. Условия возникновения электрического тока. Направление и сила тока. Электрическая цепь. Свободные носители заряда. Электрический ток в проводниках. Вольт-амперная характеристика проводника. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. Удельное электриче-</p>	<p>Объяснять основные свойства таких электрических явлений, как электрический ток, условия его возникновения, тепловое действие тока, электролиз, электрический ток в электролитах, газах (газовые разряды), вакууме (эмиссия электронов), полупроводниках, проводимость полупроводников.</p>

ское сопротивление. Расчёт сопротивления цепи, состоящей из нескольких проводников. Последовательное и параллельное соединения резисторов. Измерение силы тока и напряжения	Описывать электрические явления, используя для этого такие физические величины, как разность потенциалов, напряжение, ёмкость конденсатора, энергия электрического поля, сила тока, сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа тока, мощность тока (средняя и мгновенная), ЭДС, внутреннее сопротивление источника тока; использовать их при объяснении электрических явлений и решении задач; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин
<i>[Контрольная работа № 1 «Постоянный электрический ток. Часть I»]</i>	
Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока. Закон Джоуля — Ленца. Источник тока. Электродвижущая сила. Замкнутая электрическая цепь. Закон Ома для полной цепи. Электрический ток в электролитах. Электролиз и его применение. Электрический ток в газах. Плазма. Электрический ток в вакууме. Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы. Повторение по теме «Постоянный электрический ток». Решение задач	в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин. Объяснять смысл физических законов: Ома для участка цепи, Джоуля — Ленца, Ома для полной (замкнутой) цепи, Фарадея для электролиза; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин. Проводить прямые измерения физических величин: силы тока, напряжения; косвенные измерения физических величин: сопротивления, работы и мощности тока; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений силы тока, напряжения, сопротивления, работы тока. Выполнять экспериментальные исследования
<i>Лабораторные работы</i> 1. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока. 2* <sup>1</sup> . Исследование зависимости электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.	

<sup>1</sup> Звёздочкой (\*) отмечены дополнительные фронтальные лабораторные работы, которые могут быть выполнены за счёт резерва учебного времени. Данные работы не представлены в учебнике.



Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>3. Определение элементарного заряда при электролизе.</p> <p>4*. Изучение работы полупроводникового диода</p>	<p>ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока; пользоваться амперметром, вольтметром, реостатом.</p> <p>Решать задачи, используя закон Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи, закон Джоуля — Ленца, зависимости между физическими величинами при последовательном и параллельном соединениях проводников, формулы определения сопротивления проводника, работы и мощности тока.</p> <p>Объяснять устройство и принцип действия плавкого предохранителя, принципы работы электрических осветительных и нагревательных приборов, источников тока, полупроводникового диода.</p> <p>Соблюдать правила безопасности при работе с источниками тока, измерительными приборами, бытовыми электронагревательными приборами</p>
<p><i>Контрольная работа № 1</i>  <i>«Постоянный электрический ток»</i>  <i>[Контрольная работа № 2</i>  <i>«Постоянный электрический ток. Часть II»]</i></p>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Закон Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи: экспериментальные обоснования, физический смысл, границы применимости.</p> <p>2. Расчёт погрешностей измерений силы тока и напряжения.</p> <p>3. Источники постоянного тока: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>4. Способы «реанимации» аккумулятора мобильного телефона на природе.</p> <p>5. Сравнительный анализ электрических нагревательных приборов.</p> <p>6. Устройства для защиты электрических цепей.</p> <p>7. Применение электролиза в технике.</p> <p>8. Свойства <math>p</math>—<math>n</math>-перехода</p>	

### Магнитное поле 5 ч [8 ч]

<p>Магнитное взаимодействие. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила Лоренца. Линии магнитной индукции. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Картины магнитных полей. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Магнитное взаимодействие проводников с токами. Единица силы тока — ампер. Действие магнитного поля на рамку с током. Электродвигатель постоянного тока. Магнитные свойства веществ. [Повторение по теме «Магнитное поле». Решение задач]</p>	<p>Характеризовать магнитные взаимодействия и свойства постоянных магнитов.</p> <p>Понимать смысл таких физических моделей, как магнитная стрелка, линии магнитной индукции, однородное магнитное поле.</p> <p>Описывать магнитные взаимодействия проводника с током и постоянного магнита, двух проводников с токами, действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу, определять магнитную составляющую силы Лоренца.</p> <p>Воспроизводить линии магнитной индукции вокруг прямолинейного проводника, витка и катушки с током.</p> <p>Объяснять зависимость силы, действующей на проводник с током со стороны магнитного поля, от силы тока и длины участка проводника; определять модуль и направление силы Ампера, магнитной составляющей силы Лоренца.</p> <p>Описывать магнитные явления, используя такие физические величины, как сила тока, модуль индукции магнитного поля, сила Лоренца, сила Ампера, магнитная проницаемость вещества; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p>
<p><i>[Контрольная работа № 3 «Магнитное поле»]</i></p>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства постоянных магнитов.</li> <li>2. Опыты Эрстеда и Ампера по изучению магнитных явлений.</li> <li>3. Получение и анализ картин магнитных полей.</li> <li>4. Способы определения единицы силы тока — ампера.</li> <li>5. Электродвигатели постоянного тока: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>6. Свойства диа-, пара- и ферромагнетиков.</li> <li>7. Анализ кривой Столетова</li> </ol>	

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
	<p>Находить направление линий магнитной индукции вокруг проводника с током с помощью правила буравчика (правого винта).          Описывать действие магнитного поля на рамку с током, объяснять принцип действия электродвигателя постоянного тока (на модели). Характеризовать магнитные свойства веществ в зависимости от интенсивности взаимодействия с магнитным полем, магнитную проницаемость вещества.          Решать задачи, используя определения физических величин, характеризующих магнитное поле</p>
<b>Электромагнитная индукция 7 ч [7 ч]</b>	
<p>Опыты Фарадея. Открытие электромагнитной индукции. ЭДС индукции в движущемся проводнике. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Индуктивность. Самоиндукция. Энергия магнитного поля тока. Повторение по темам «Магнитное поле», «Электромагнитная индукция». Решение задач</p>	<p>Объяснять опыты Фарадея по изучению электромагнитной индукции, проводить их экспериментальную проверку, объяснять результаты экспериментов.          Описывать электромагнитные явления, используя такие физические величины, как ЭДС индукции, магнитный поток, индуктивность, энергия магнитного поля; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p>
<p><i>Лабораторные работы</i>          1. Изучение явления электромагнитной индукции.</p>	

<p>2*. Изучение действия магнитного поля на проводник- с током.</p> <p>3*. Сборка электромагнита и изучение принци- па его действия</p>	<p>Определять знак магнитного потока и ЭДС ин- дукции.</p> <p>Объяснять такие физические явления, как воз- никновение сторонних сил в движущемся про- воднике в магнитном поле, вихревого электри- ческого поля при изменении магнитного поля, самоиндукции.</p> <p>Формулировать закон электромагнитной ин- дукции, правило Ленца; воспроизводить смысл понятия «электромагнитное поле».</p> <p>Находить направление индукционного тока с помощью правила Ленца.</p> <p>Решать задачи, используя знания явление и закона электромагнитной индукции, опреде- лений физических величин</p>
<p><i>Контрольная работа № 2</i>  <i>«Магнитное поле»</i>  <i>[Контрольная работа № 4</i>  <i>«Электромагнитная индукция»]</i></p>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Опыты Фарадея по обнаружению явления электромагнитной индукции.</p> <p>2. Изготовление установки для демонстрации явления электромагнитной индукции.</p> <p>3. Закон электромагнитной индукции Фара- дея — Максвелла: физический смысл, приме- нение при решении задач.</p> <p>4. Применение правила Ленца.</p> <p>5. Электродинамический микрофон: устрой- ство, физические основы работы, применение.</p> <p>6. Изучение явления самоиндукции</p>	
<p><b>Механические колебания 4 ч [5 ч]</b></p>	
<p>Механические колебания. Условия возникнове- ния свободных колебаний. Кинематика колеба- тельного движения. Динамика колебательного движения. Преобразование энергии при меха- нических колебаниях. Математический маят- ник. Затухающие и вынужденные колебания</p>	<p>Объяснять такие механические явления, как механические колебания (свободные, затухаю- щие, вынужденные), и определять их основ- ные свойства.</p> <p>Описывать механические явления, используя для этого такие физические величины, как пе-</p>

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
[Контрольная работа № 5 «Механические колебания»]	<p>риод, циклическая частота, амплитуда, фаза колебаний, кинетическая, потенциальная и механическая энергии при гармонических колебаниях; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ, правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p> <p>Объяснять смысл таких физических моделей, как колебательная система, пружинный и математический маятники, гармонические колебания; описывать механические колебания пружинного маятника.</p> <p>Объяснять свободные, затухающие, вынужденные колебания с энергетической точки зрения, описывать преобразование энергии при свободных гармонических колебаниях.</p> <p>Понимать смысл уравнений гармонических колебаний; объяснять их содержание на уровне взаимосвязи физических величин.</p> <p>Решать физические задачи по кинематике и динамике колебательных движений, используя знание определений физических величин, аналитических зависимостей (формул) между ними, выбранных физических моделей</p>
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экспериментальное исследование различных колебательных систем.</li> <li>2. Получение и анализ уравнений гармонических колебаний для разных колебательных систем.</li> <li>3. Сейсмические колебания. Исследование строения Земли и планет с использованием сейсмических колебаний</li> </ol>	

### Электромагнитные колебания 4 ч [6 ч]

<p>Свободные электромагнитные колебания. Процессы при гармонических колебаниях в контуре. Переменный ток. Источник переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор</p>	<p>Объяснять физические явления, лежащие в основе свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре, получения переменного тока, передачи электрической энергии. Описывать явления в колебательном контуре, используя для этого такие физические величины, как заряд конденсатора, сила тока, ёмкость конденсатора, энергия колебательной электромагнитной системы, индуктивность катушки, мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p> <p>Объяснять процессы в колебательном контуре с энергетической точки зрения, взаимосвязи заряда конденсатора и силы тока в цепи.</p> <p>Понимать смысл уравнения гармонических колебаний в контуре, формулы Томсона.</p> <p>Описывать принцип работы и устройство генератора переменного тока, приводить характеристики современных генераторов; объяснять схему передачи электрической энергии, принцип работы трансформатора.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание определений физических величин, аналитических зависимостей (формул) между ними</p>
<p><i>[Контрольная работа № 6 «Электромагнитные колебания»]</i></p>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод аналогии при изучении механических и электромагнитных колебаний.</li> <li>2. Получение и анализ уравнения гармонических колебаний в колебательном контуре.</li> <li>3. Генератор переменного тока: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>4. Сравнительный анализ характеристик современных генераторов переменного тока.</li> <li>5. Трансформатор: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>6. Способы уменьшения потерь энергии при её передаче на большие расстояния.</li> <li>7. Экологически чистые виды энергетики</li> </ol>	

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<b>Механические и электромагнитные волны 4 ч [5 ч]</b>	
<p>Механические волны. Звук. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения. Повторение по темам «Механические колебания», «Электромагнитные колебания», «Механические и электромагнитные волны»</p>	<p>Объяснять возникновение механических и электромагнитных волн и определять их основные свойства.</p> <p>Описывать механические и электромагнитные волны, используя для этого такие физические величины, как длина волны и скорость её распространения, напряжённость электрического поля, индукция магнитного поля; определять физические величины, использовать их обозначения и единицы в СИ.</p>
<p><i>Контрольная работа № 3 «Электромагнитная индукция», «Механические колебания», «Электромагнитные колебания», «Механические и электромагнитные волны»</i></p>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование особенностей и характеристик звуковых волн.</li> <li>2. Применение ультразвука в технике.</li> <li>3. Эхолоты: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>4. Измерение шумового фона и оценка влияния уровня шумового загрязнения на здоровье людей.</li> <li>5. Опыты Герца по обнаружению электромагнитных волн и изучению их свойств.</li> <li>6. Исследование свойств электромагнитных волн с помощью мобильного телефона.</li> </ol>	<p>Понимать основные положения и выводы теории Максвелла, объяснять основные свойства электромагнитных волн, взаимосвязь длины волны и частоты электромагнитных колебаний. Описывать шкалу электромагнитных волн, характеризовать свойства волн различных частот (длин волны); приводить примеры использования электромагнитных волн различных диапазонов.</p> <p>Объяснять основные принципы радиосвязи и телевидения (процессы передачи и приёма)</p>

<p>7. Электромагнитное излучение СВЧ-печи.  8. Спектр электромагнитных волн: диапазоны частот (длин волн), источники излучений, применение.  9. Влияние электромагнитного излучения на организм человека.  10. Изобретение радио: исследования А. С. Попова и Г. Маркони.  11. Виды и применение радиосвязи.  12. Особенности передачи звука и изображений с помощью радиоволн</p>	<p>радио- и телевизионных сигналов), особенности передачи звука и изображения.  [Проводить самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по изучению механических и электромагнитных волн]</p>
<p align="center"><b>Геометрическая оптика 6 ч [7 ч]</b></p>	
<p>Источники света. Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света. Построение изображений в плоских зеркалах. Закон преломления света на границе раздела двух изотропных однородных прозрачных сред. Дисперсия света. Линзы. Тонкие линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Построение изображений, создаваемых тонкими линзами. Глаз и зрение. Оптические приборы</p>	<p>Объяснять основные свойства таких оптических явлений, как прямолинейное распространение света, отражение и преломление света, дисперсия света.  Понимать смысл законов: прямолинейного распространения света, независимости световых пучков, отражения света, преломления света; границы их применимости.  Объяснять смысл таких физических моделей, как точечный источник света, световой луч,</p>
<p><i>Лабораторные работы</i>  1. Определение показателя преломления стекла.  2*. Определение фокусного расстояния собирающей линзы</p>	<p>однородная и изотропная среда, тонкая линза; использовать их при изучении оптических явлений.  Описывать оптические явления, используя для</p>



Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Законы геометрической оптики: экспериментальное изучение, формулировки, примеры использования, границы применимости.</li> <li>2. Конструирование камеры-обскуры и получение с её помощью изображений.</li> <li>3. Изготовление калейдоскопа.</li> <li>4. Опыты Ньютона по наблюдению и изучению дисперсии света.</li> <li>5. Применение уголковых отражателей, оборотных и поворотных призм.</li> <li>6. Миражи, радуга: условия возникновения и объяснение.</li> <li>7. Оптические иллюзии.</li> <li>8. Дефекты зрения и их коррекция</li> </ol>	<p>этого такие физические величины, как абсолютный и относительный показатели преломления, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, коэффициент поперечного увеличения; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p> <p>[Проводить прямые измерения фокусного расстояния собирающей линзы; косвенные измерения оптической силы линзы; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений.]</p> <p>Строить изображения, создаваемые тонкими собирающими и рассеивающими линзами, определять ход лучей при построении изображений в тонких линзах, используя формулу тонкой линзы.</p> <p>Выполнять экспериментальные исследования законов геометрической оптики: прямолинейного распространения света, отражения света, преломления света; выполнять проверку данных законов на примере преломления света в линзе; выявлять на этой основе эмпирическую зависимость угла преломления пучка света от угла его падения; объяснять полученные результаты и делать выводы.</p>

	<p>Описывать процесс получения зрительного изображения,- устройство человеческого глаза как оптической системы, особенности человеческого зрения, возникновение дефектов зрения и способы их исправления.</p> <p>[Понимать принцип действия оптических приборов и устройств: камеры-обскуры, плоских зеркал, призмы, поворотной и оборотной призм, углового отражателя, собирающей и рассеивающей линз, лупы, проекционного аппарата, фотоаппарата, используемые при их работе законы геометрической оптики.]</p> <p>Решать физические задачи, используя знание законов геометрической оптики</p>
<b>Свойства волн 6 ч [7 ч]</b>	
<p>Волновой фронт. Принцип Гюйгенса. Поляризация волн. Интерференция волн. Интерференция света. Дифракция света. Повторение по темам «Геометрическая оптика», «Свойства волн». Решение задач</p>	<p>Объяснять законы отражения и преломления волн, используя принцип Гюйгенса.</p> <p>Приводить примеры природных явлений, обусловленных отражением и преломлением волн. Формулировать принципы Гюйгенса и Гюйгенса — Френеля, приводить примеры их использования.</p>
<p><i>Контрольная работа № 4</i>  <i>«Геометрическая оптика», «Свойства волн»</i>  <i>[Контрольная работа № 7</i>  <i>«Геометрическая оптика», «Свойства волн»]</i></p>	<p>Объяснять такие свойства волн, как поляризация, интерференция, дифракция; приводить примеры интерференционных и дифракционных картин; формулировать условия интерференционных максимумов и минимумов, усло-</p>

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип Гюйгенса и принцип Гюйгенса — Френеля: формулировки, объяснение, применение.</li> <li>2. Применение поляроидных плёнок.</li> <li>3. Получение и анализ интерференционных или дифракционных картин.</li> <li>4. Опыт Юнга по наблюдению интерференции света.</li> <li>5. Наблюдение и изучение колец Ньютона</li> </ol>	<p>вия получения дифракционной картины.</p> <p>Описывать свойства волн, используя для этого такие понятия и физические величины, как интенсивность волны, разность хода, волновой цуг, плоскость поляризации; правильно трактовать смысл используемых понятий и физических величин.</p> <p>Приводить условия, которым должны удовлетворять когерентные источники; рассматривать схему опыта Юнга по наблюдению интерференции света; наблюдать возникновение интерференционной картины в тонких плёнках, колец Ньютона</p>
<b>Элементы теории относительности 2 ч [2 ч]</b>	
<p>Постулаты специальной теории относительности. Масса, импульс и энергия в СТО</p> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опыт Майкельсона — Морли по обнаружению «эфирного ветра».</li> <li>2. Сравнительный анализ принципов относительности Галилея и Эйнштейна</li> </ol>	<p>Описывать противоречия между принципом относительности Галилея и законами электродинамики.</p> <p>Формулировать постулаты специальной теории относительности, различие принципов относительности Галилея и Эйнштейна. Понимать характер зависимости, связывающей релятивистские энергию и импульс частицы с её массой; смысл величин, входящих в соотношение (формулу) Эйнштейна</p>

## Квантовая физика. Строение атома 6 ч [7 ч]

Равновесное тепловое излучение. Гипотеза Планка. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Корпускулярно-волновой дуализм. Давление света. Гипотеза де Бройля. Планетарная модель атома. Первый постулат Бора. Правило квантования орбит. Второй постулат Бора. Спектры испускания и поглощения. Лазеры и их применение

### *Темы проектных и исследовательских работ*

1. «Ультрафиолетовая катастрофа»: причины возникновения, гипотеза Планка.
2. Опыты Столетова по обнаружению и изучению свойств внешнего фотоэффекта.
3. Законы фотоэффекта: экспериментальное изучение, формулировки, классическое и квантовое обоснования.
4. Уравнения Эйнштейна для фотоэффекта: физический смысл, применение при решении задач.
5. Вакуумный фотоэлемент: устройство, физические основы работы, применение.
6. Опыты Лебедева по обнаружению давления света.
7. Корпускулярно-волновой дуализм и его экспериментальные обоснования.

Описывать противоречия электродинамики Максвелла и экспериментально открытых закономерностей излучения в коротковолновых диапазонах длин волн, содержание гипотезы Планка, положившей начало квантовой механике.

Объяснять основные свойства таких квантовых явлений, как равновесное тепловое излучение, фотоэффект, световое давление, поглощение и испускание света атомами.

Формулировать законы фотоэффекта, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, постулаты Бора, правила квантования орбит.

Использовать такие физические модели, как квант, планетарная модель атома, стационарная орбита, при изучении квантовых явлений, физических законов, воспроизведении научного метода познания природы.

Описывать квантовые явления, используя для этого такие физические величины и константы, как скорость электромагнитных волн, длина волны и частота излучения, энергия кванта, постоянная Планка; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>8. Опыты по обнаружению дифракции электронов.</p> <p>9. Опыты Вавилова по обнаружению квантовых флуктуаций света.</p> <p>10. Сравнительный анализ различных моделей атома.</p> <p>11. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.</p> <p>12. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.</p> <p>13. Изучение спектров излучения и поглощения.</p> <p>14. Анализ энергетической диаграммы атома водорода.</p> <p>15. Метод спектрального анализа: физические основы, применение.</p> <p>16. Лазеры: устройство, физические основы работы, применение</p>	<p>Описывать двойственную природу света, объяснять её на основании гипотезы де Бройля; понимать особенности микрообъектов, изучаемых квантовой механикой, невозможность полностью описать их с помощью корпускулярной или волновой модели.</p> <p>Приводить примеры явлений, подтверждающих корпускулярно-волновой дуализм, примеры экспериментов, подтверждающих гипотезу де Бройля.</p> <p>Объяснять взаимосвязь физических величин в соотношениях неопределённостей Гейзенберга.</p> <p>Понимать смысл физических законов и постулатов для квантовых явлений: законов фотоэффекта, постулатов Бора; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.</p> <p>Понимать принцип действия лазеров, приводить примеры использования современных лазерных технологий.</p> <p>[Объяснять основные положения теории Бора для атома водорода, использовать энергетическую диаграмму для объяснения спектров испускания и поглощения атома водорода.]</p>

	Решать физические задачи, используя знание уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, постулатов Бора, правила квантования орбит
<b>Атомное ядро. Элементарные частицы 8 ч [11 ч]</b>	
<p>Состав ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомного ядра. Радиоактивность. Закон радио- активного распада. Причины радиоактивности. Альфа- и бета-распады. Правила смещения. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерная энергетика. Методы регистрации ионизирующих ядерных излучений. Биологическое действие радиоактивных излучений. Дозиметрия. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия. Повторение по темам «Квантовая физика. Строение атома», «Атомное ядро. Элементарные частицы». Решение задач</p>	<p>Объяснять основные свойства таких квантовых явлений, как радиоактивность, радиоактивные излучения, альфа- и бета-распады, ядерные реакции, ионизирующее излучение, превращения элементарных частиц, фундаментальные взаимодействия; указывать причины радиоактивности.</p> <p>Понимать и объяснять смысл таких физических моделей, как планетарная модель атома, протонно-нейтронная модель атомного ядра, капельная модель ядра, стационарная орбита. Описывать квантовые явления, используя для этого такие физические величины и константы, как атомная единица массы, зарядовое и массовое числа, дефект масс, энергия связи и удельная энергия связи атомного ядра, период полураспада, поглощённая доза излучения, мощность поглощённой дозы, коэффициент биологической активности, эквивалентная доза; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p> <p>Понимать смысл физических законов для</p>
<p><i>Лабораторные работы</i></p> <p>1. Измерение естественного радиационного фона дозиметром.</p> <p>2. Определение удельного заряда частицы по её треку в камере Вильсона</p>	
<p><i>Контрольная работа № 5 «Квантовая физика. Строение атома», «Атомное ядро. Элементарные частицы», [Контрольная работа № 8 «Квантовая физика. Строение атома», «Атомное ядро. Элементарные частицы»]</i></p>	

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. История обнаружения электрона, протона и нейтрона.</li> <li>2. Открытие и исследования радиоактивности.</li> <li>3. Ядерные реакторы: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>4. Атомная энергетика: достижения, экологические проблемы, направления развития.</li> <li>5. Детекторы ионизирующих излучений: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>6. Методы защиты от радиоактивных излучений</li> </ol>	<p>квантовых явлений: законов сохранения энергии, электрического заряда, массового и зарядового чисел, закона радиоактивного распада, правил смещения при радиоактивных распадах; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.</p> <p>Проводить измерения естественного радиационного фона, понимать принцип действия дозиметра.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание физических законов и постулатов, определенных физических величин, аналитических зависимостей (формул), выбранных физических моделей.</p> <p>[Приводить примеры практического использования знаний о квантовых явлениях и физических законах; примеры влияния радиоактивных излучений на живые организмы; использовать эти знания в повседневной жизни — в быту, в учебных целях.]</p> <p>Обсуждать экологические проблемы, возникающие при использовании АЭС, пути решения этих проблем, перспективы использования атомной энергетики.</p> <p>[Рассматривать методы регистрации ионизирующих радиоактивных ядерных излучений; ме-</p>

	<p>тоды защиты от разных видов радиоактивного излучения.]</p> <p>Понимать основные принципы работы АЭС, измерительных дозиметрических приборов, физические основы их работы, использованные при их создании модели и законы физики.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание законов радиоактивного распада, альфа- и бета-распадов, правил смещения, законов сохранения электрического заряда, энергии и импульса при ядерных реакциях.</p> <p>Проводить самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения проектных работ по физике атома и атомного ядра</p>
<b>Строение Вселенной 3 ч [4 ч]</b>	
<p>Основные методы исследования в астрономии. Определение расстояний до небесных тел. Солнце. Солнечная система. Физические характеристики звёзд. Эволюция звёзд. Вселенная</p>	<p>Рассматривать основные методы исследования удалённых объектов Вселенной.</p> <p>Описывать структуру Солнца и физические процессы, происходящие на Солнце; объяснять особенности строения Солнечной системы (Солнца, планет, небесных тел), движения</p>



Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Радиолокационный метод определения расстояния до тел Солнечной системы.</p> <p>2. Влияние солнечной активности на жизнь на Земле.</p> <p>3. История исследования планет Солнечной системы.</p> <p>4. Защита Земли от столкновения с космическими объектами</p>	<p>планет и небесных тел (астероидов, комет, метеоров).</p> <p>[Указывать общие свойства и различия планет земной группы и планет-гигантов; малых тел Солнечной системы и больших планет.]</p> <p>Описывать физические характеристики звёзд и физические процессы, происходящие со звёздами в процессе эволюции.</p> <p>[Понимать особенности строения Галактики, других звёздных систем, материи Вселенной. Воспроизводить гипотезы о происхождении Солнечной системы и эволюции Вселенной]</p>
<b>Итого 68 ч</b>	
<b>Резерв времени 4 ч</b>	
<b>Всего 140 ч</b>	

